Fundamentos, diseño, construcción y mantenimiento.

Plantas desaladoras de agua de mar.

PRE TRATAMIENTO

José Luis Pérez Talavera

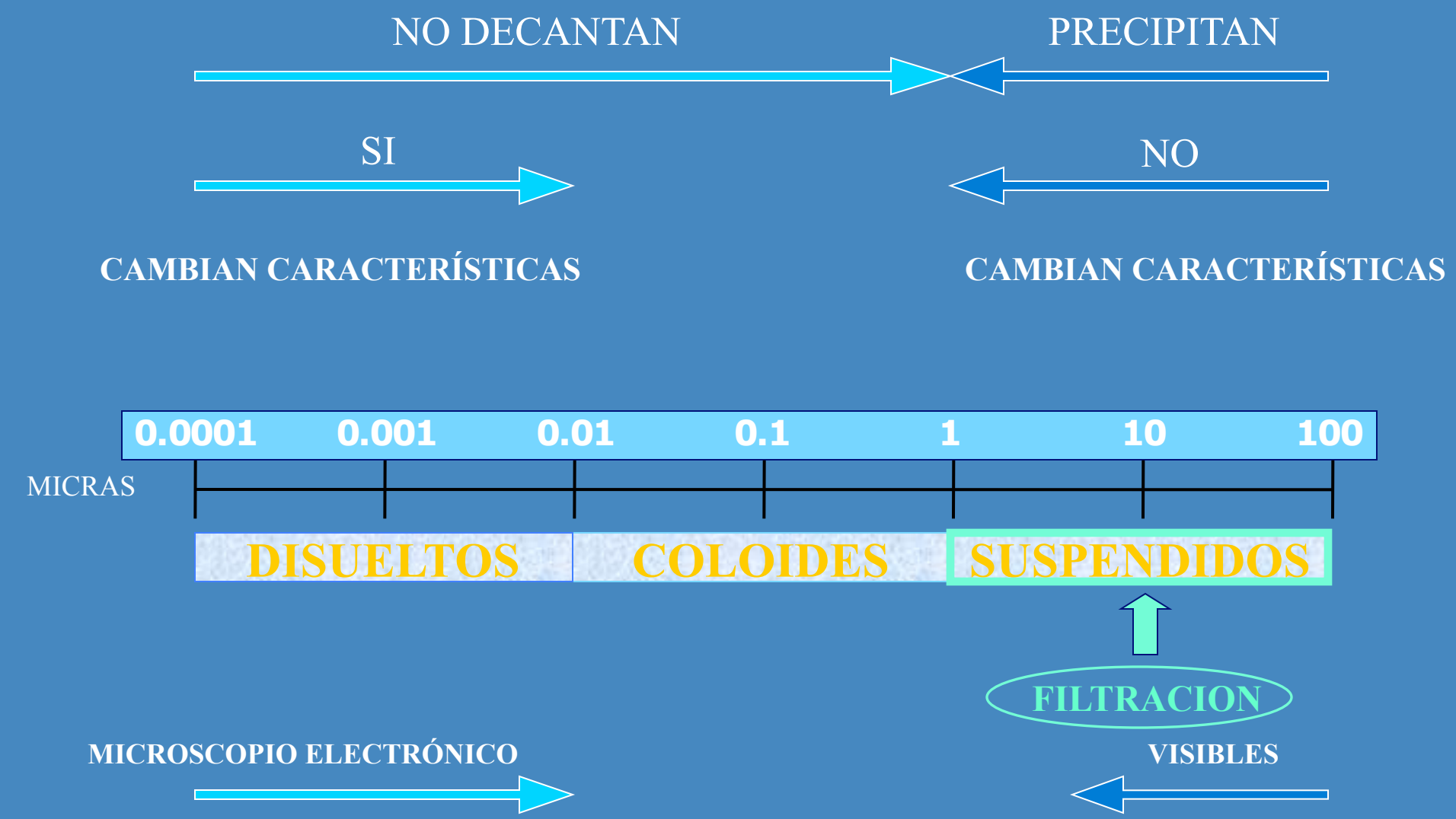
La Laguna 22-23 de Febrero de 2.017

Necesidad del Pretratamiento

- Siendo la membrana de O.I. un filtro absoluto, el agua que llegue debería estar libre de sólidos en suspensión, materia orgánica, bacterias, etc. ya que su función es desalar y no filtrar.

- Al objeto de evitar que toda esa materia quede retenida en su superficie, ensuciándola, es necesario eliminarla previamente.

Pretratamiento. Tipo de materiales contenidos en el agua



PRE-TRATAMIENTOS

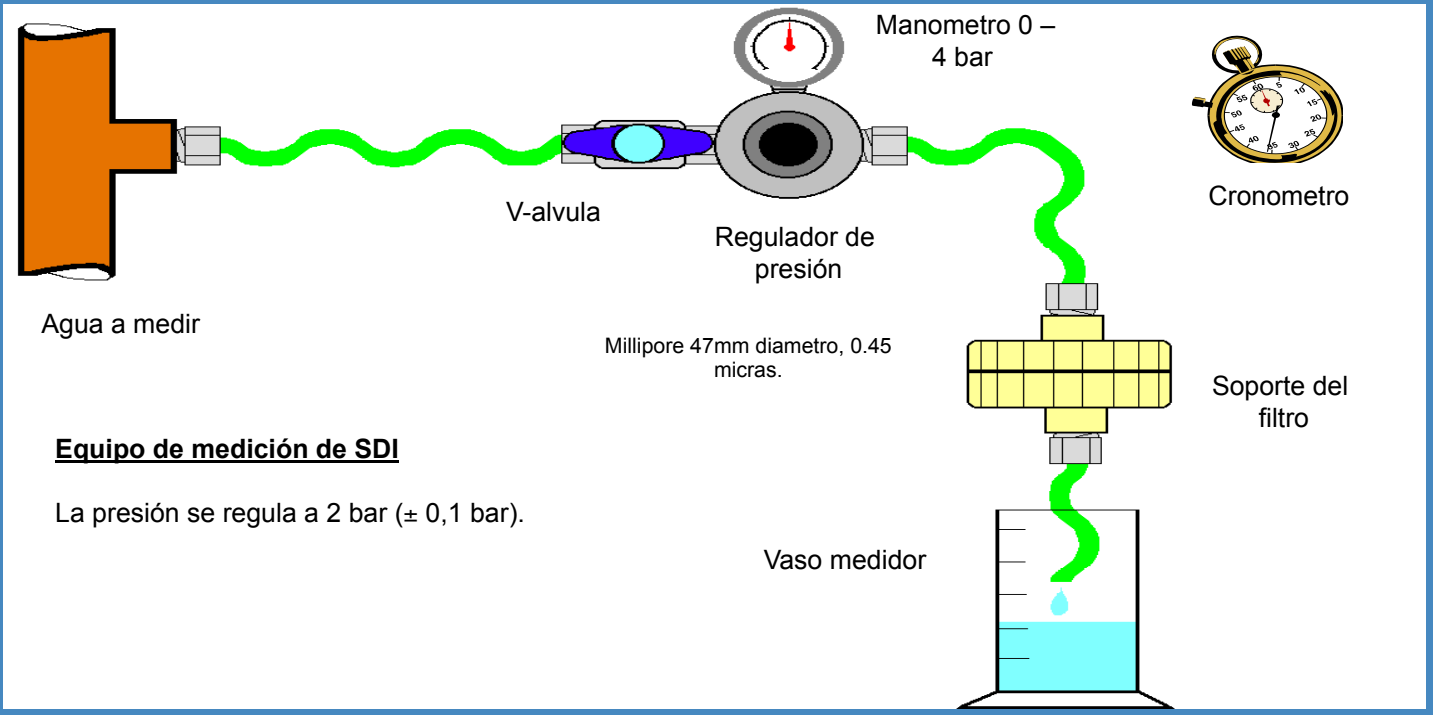
- FÍSICO
- QUÍMICO
- BIOLÓGICO

Pre Tratamiento físico

Eliminación de las partículas físicas contenidas en el agua de alimentación, hasta obtener un índice de ensuciamiento menor de 3

SDI (Silt Density Index) < 3

3 es el valor que por experiencia origina una operación aceptable, aunque la garantía de las membranas permite hasta 5.



Equipo de medición de SDI

La presión se regula a 2 bar (± 0,1 bar).

Paso 1: Purgar el sistema sin el filtro instalado en el soporte.

Paso 2: Instalar el filtro de 0.45 micras en el soporte.

Paso 3: Abrir la válvula y comenzar a medir el tiempo

Paso 4: Medir el tiempo requerido (t_1) para filtrar 500 ml.

Paso 5: Dejar fluyendo el agua a 2 bar hasta el minuto 15

Paso 6: Al final de los 15 minutos, medir el tiempo (t_2) requerido para llenar otros 500 ml.

Paso 7: Calcular el SDI.

Cálculo del S.D.I.

$$SDI_T = (100 (1 - t_1/t_2))/T$$

Donde:

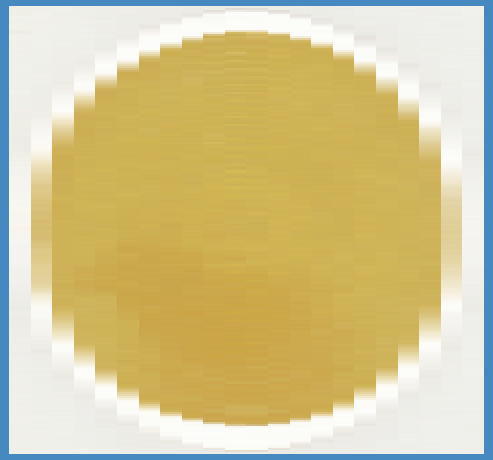
t_1 = tiempo en segundos empleado para que pasen 500 ml de la primera etapa.

t_2 = tiempo en segundos empleado para que pasen 500 ml de la segunda etapa.

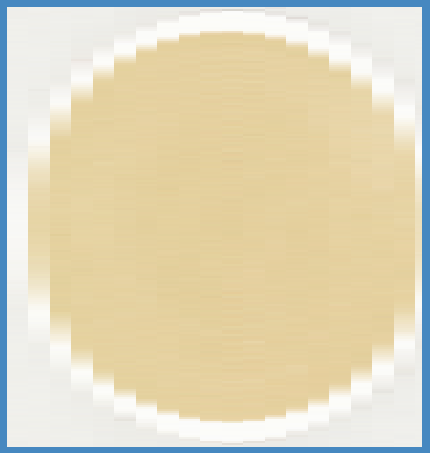
T = tiempo entre el comienzo de t_1 y el comienzo de t_2 en minutos.

Diafragmas de 0.45 Micras

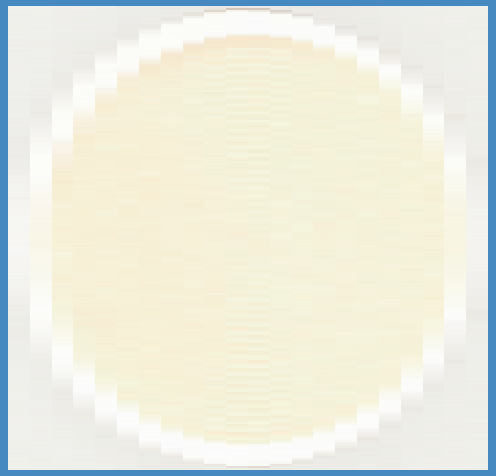
Alto



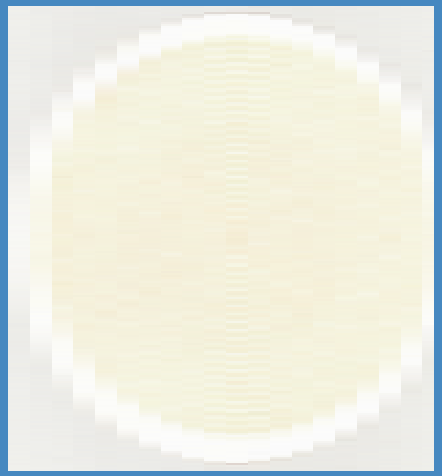
Medio



Bajo



Muy bajo



Equipos de tratamiento físico

- Barras
- Tamiz rotativo
- DAF (Flotación por aire disuelto)
- Filtros granulares
- Filtros de discos
- Filtros de cesta perforada
- MF/UF
- Filtros de seguridad

TRATAMIENTO FISICO

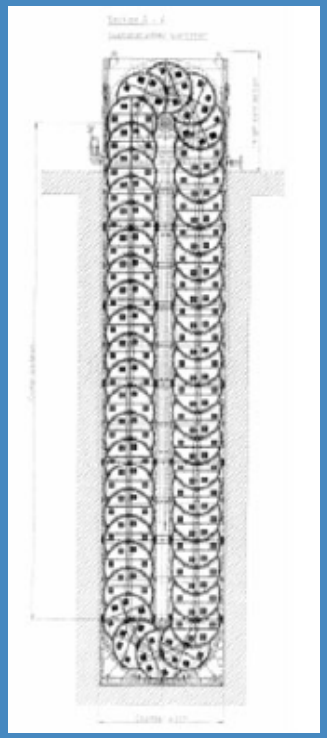
- PLANTAS CON TOMA ABIERTA:
- - Usan Todos
- TOMA DE POZO:
  - Filtración primaria
  - Filtración de seguridad

Barras

TAMIZ ROTATIVO

TAMAÑO DE LA MALLA DEPENDIENDO DEL OBJETIVO: ALGAS, MEDUSAS, ETC.

Entre 5 y 10 mm.



DAF (Dissolved Air Flotation)

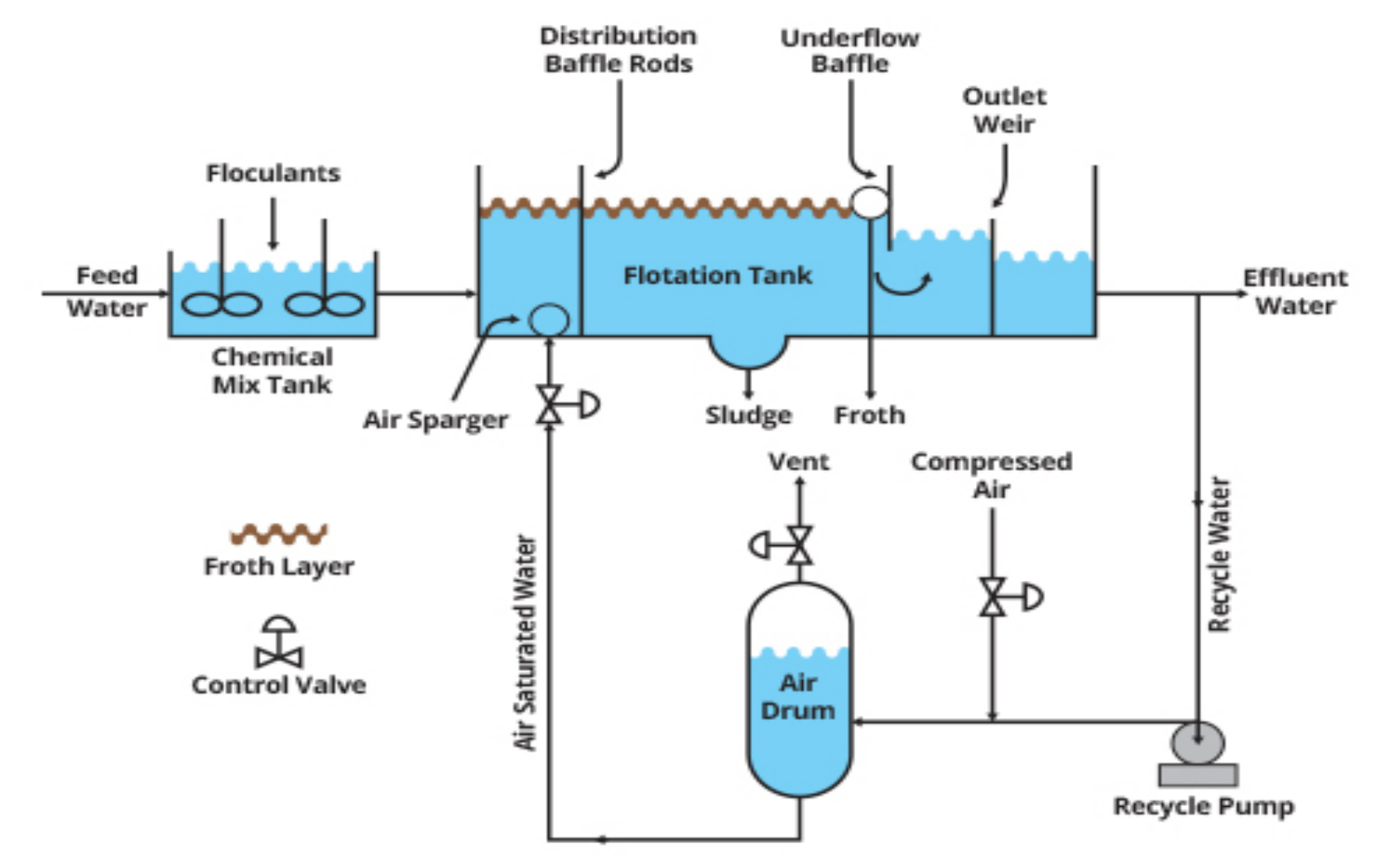
Flotación: eliminación de partículas de baja densidad. Las burbujas de aire se adhieren a los flóculos y los hacen flotar hasta la superficie para su posterior eliminación.

DAF

Necesario cuando el agua contiene grasas o hidrocarburos y en zonas de mareas rojas.

Debido al incremento de la temperatura del mar y al aumento de la polución, cada vez son mas frecuentes los episodios de mareas rojas, llegando en muchos casos a convertir la zona afectada en anóxica.

DAF


Distribution
Baffle Rods
Underflow
Baffle
Outlet
Weir
Floculants
Feed
Water
Flotation Tank
Effluent
Water
Chemical
Mix Tank
Air Sparger
Sludge
Froth
Vent
Compressed
Air
Froth Layer
Air Saturated Water
Recycle Water
Control Valve
Air
Drum
Recycle Pump

DAF

El tamaño de la burbuja de aire depende de la densidad del agua y del tamaño de las micro algas que conforman la “marea roja”

No se debe añadir floculante, solamente coagulante y si es estrictamente necesario.

Presión del aire: 8-10 bar

Tiempo de contacto: 10-20 m.

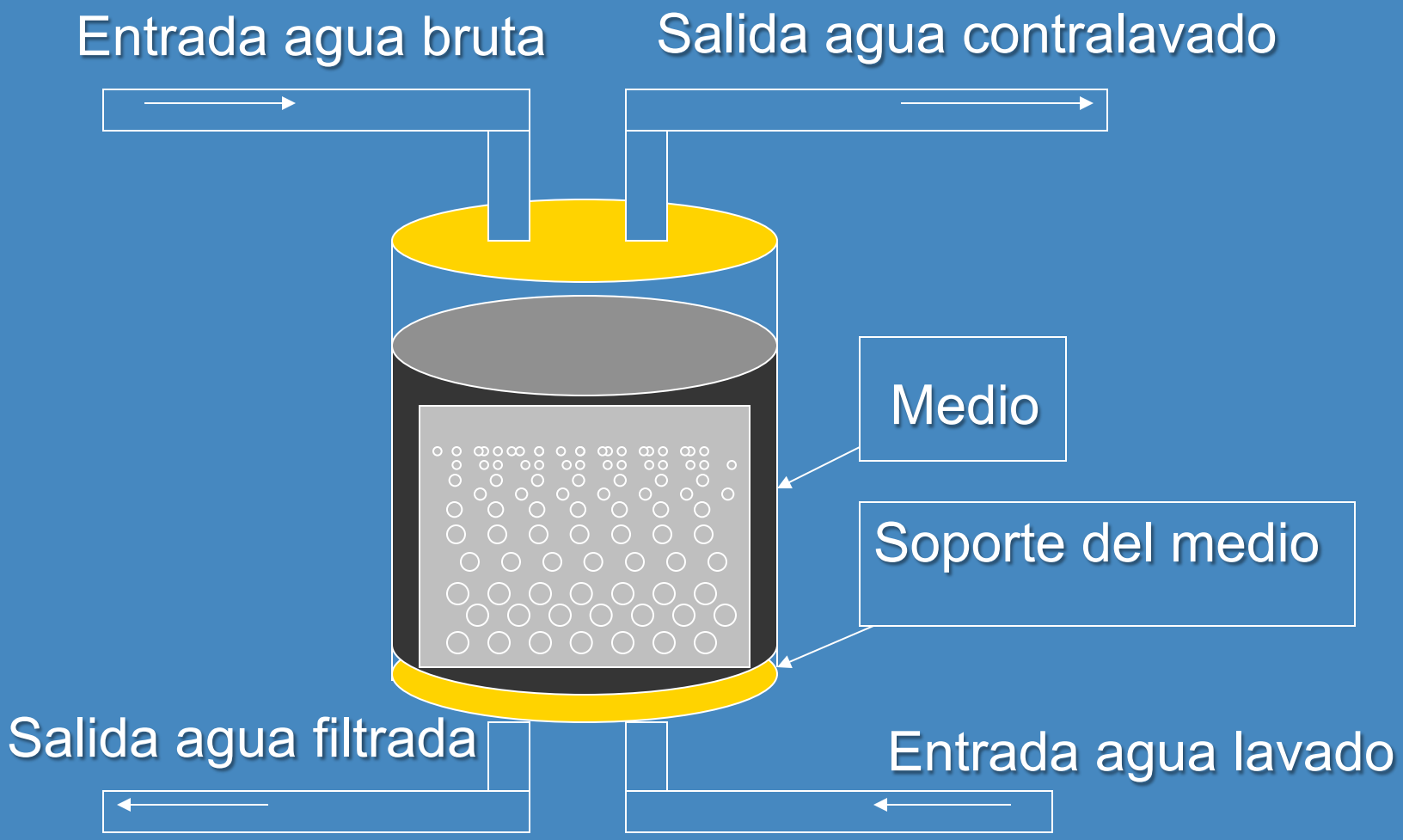
Recirculación: 6-10% del caudal

Filtración granular

La filtración se realiza sobre lechos de diversos materiales granulares

Funcionamiento: se hace pasar por el lecho, bien por gravedad o bien por presión, quedando retenidos la mayor parte de los sólidos en suspensión. El lecho se va ensuciando progresivamente con la retención de sólidos, hecho detectado por un incremento de presión, que nos indica el momento de realizar el lavado del medio filtrante.

Conexiones


Entrada agua bruta
Salida agua contralavado
Medio
Soporte del medio
Salida agua filtrada
Entrada agua lavado

FILTROS GRANULARES

Flujo descendente:

Presión (Cerrados)

Gravedad (Abiertos)

Flujo ascendente

Atmosféricos − (Lavado en continuo)

Filtros a presión o cerrados

-Disposición horizontal o vertical

-Velocidades de 6 a 25 $m^3/h/m^2$

-Construidos en en acero al carbono ebonitados.

-Limpieza: agua y aire

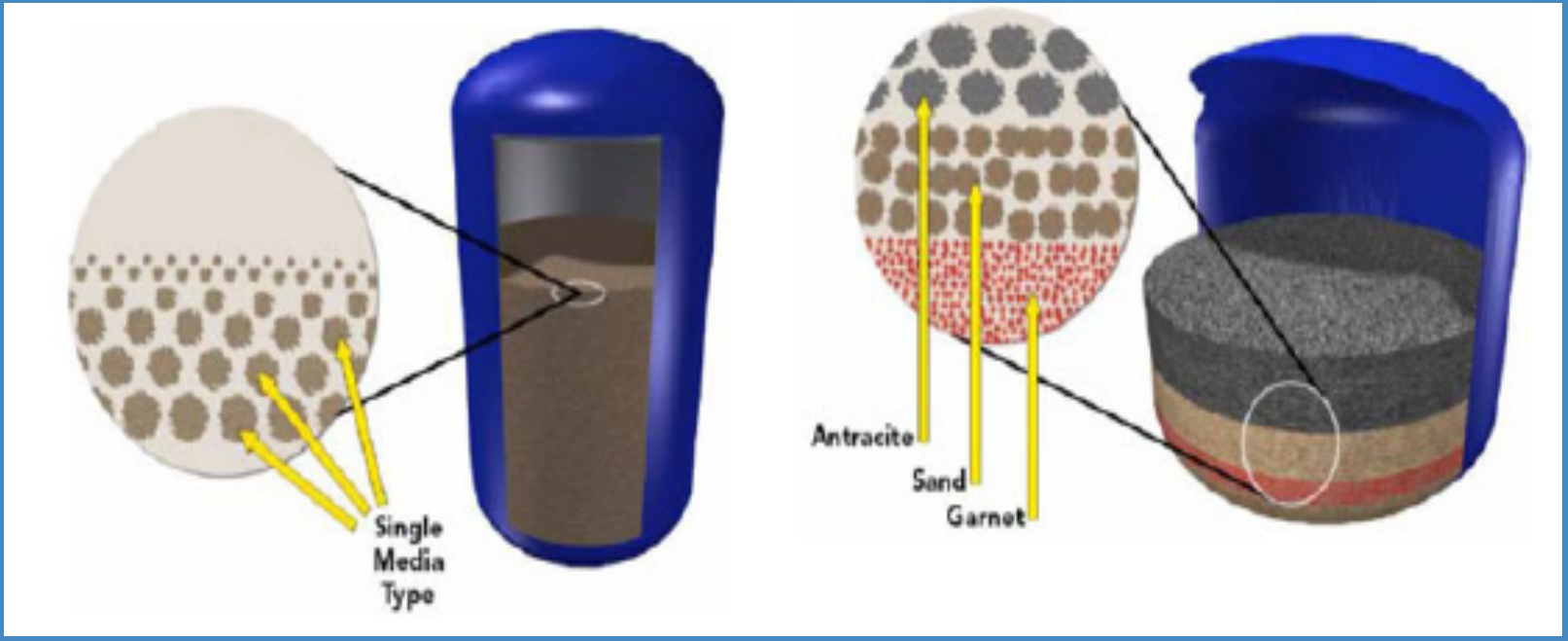
Filtros de presión

-Caudal constante: El caudal se regula mediante una válvula.

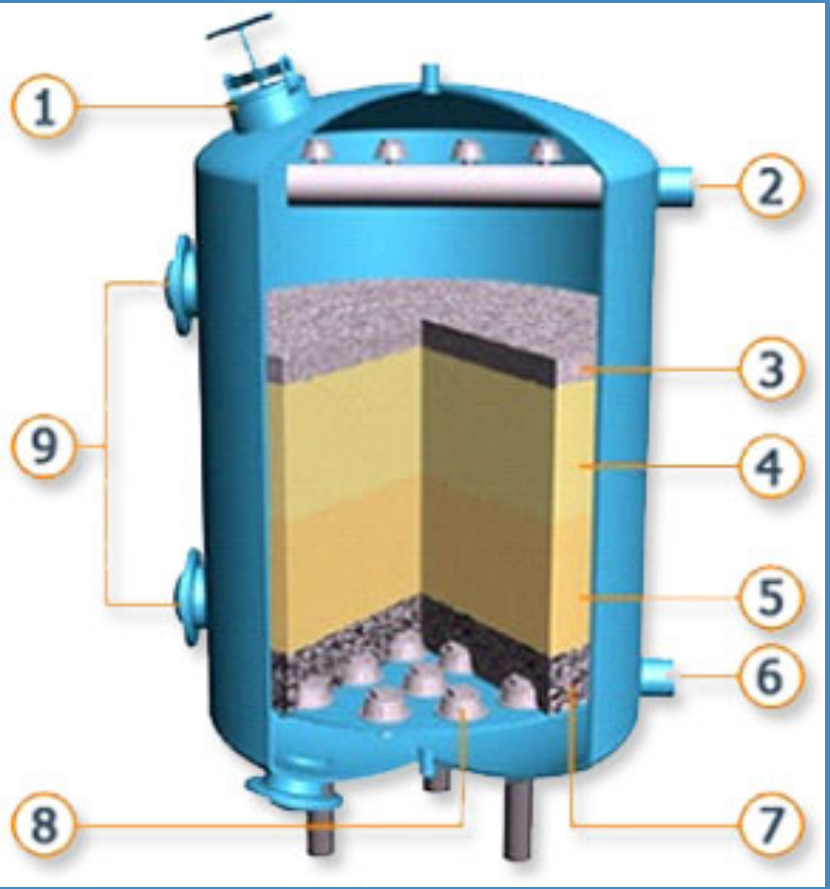
-Caudal variable: Se permite que el filtro se autorregule en función de la pérdida de carga. (Mayor al principio del ciclo y menor al final)

Según el medio filtrante

- Monocapa: único material como lecho filtrante.
- Multicapa: único material con diferentes granulometrías.
- Multimedio: varios medios, como arena, antracita, granate,…



Disposición interna



–TAMAÑO DE PARTICULAS FILTRANTES

–Talla efectiva: Se define como talla efectiva la medida correspondiente a la malla por la que pasa un 10% de las partículas del medio filtrante (equivalente a la retención del 90% en peso)

–Coeficiente de Uniformidad: Relación entre la medida correspondiente a la malla por la que pasa el 60% del medio y la del 10%

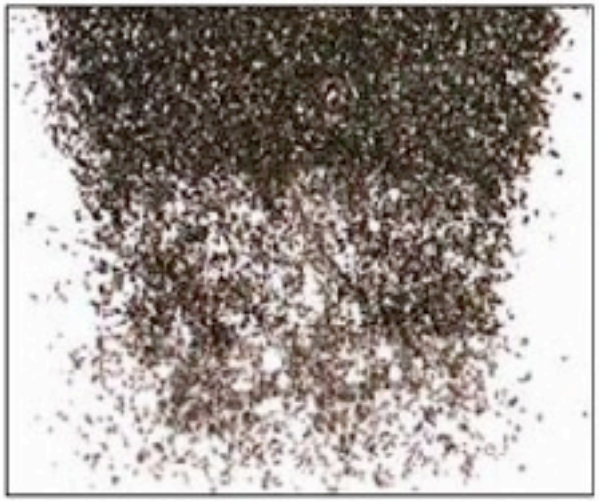
–Una arena para filtración se considera buena cuando su coeficiente de uniformidad es inferior a 2 y si es posible próximo a 1,5

Medios

Materiales filtrantes

Material:	Granulometría (mm)	Coeficiente de uniformidad	Densidad aparente (kg/m^3)
Antracita (anthracite)	0,8-1,6	≤ 1,5	730
Arena (sand)	0,4-0,8	≤ 1,5	1.500
Granate (garnet)	0,3 – 0,6	≤ ,6	4.100

Muestra de arena.



Muestra de antracita.

Muestra de granate.

PRIMERA ETAPA TÍPICA

- ANTRACITA – 500 mm – 0,8-1,6 mm
- ARENA – 400 mm – 0,4-0,8 mm
- GRANATE – 100 mm – 1,5-2,5 mm

SEGUNDA ETAPA TÍPICA

- ARENA – 700 mm – 0,4-0,8 mm
- GRANATE – 100 mm – 0,3-0,5 mm
- GRANATE – 100 mm – 1,5-2,5 mm

–SOPORTES DE LA FILTRACIÓN

–Aunque hay sistemas más sencillos, normalmente los filtros se construyen con una placa de falso fondo sobre el que se coloca el medio filtrante y unas boquillas colectoras que recogen el agua filtrada dejándolas pasar a la cámara inferior del filtro.

–Algunos sistemas sencillos utilizan en su lugar colectores con ramificaciones de tubos menores en forma de espina de pescado y orificios.

Boquillas

Boquillas

Densidad: 50 - 60 unidades por m^2

Ranuras: 0.2 – 0.35 – 0.5 – 0.8 – 1.0 mm.

Las mas usadas son las de 0.35 y 0.5 mm.

Boquillas

Hay dos tipos:

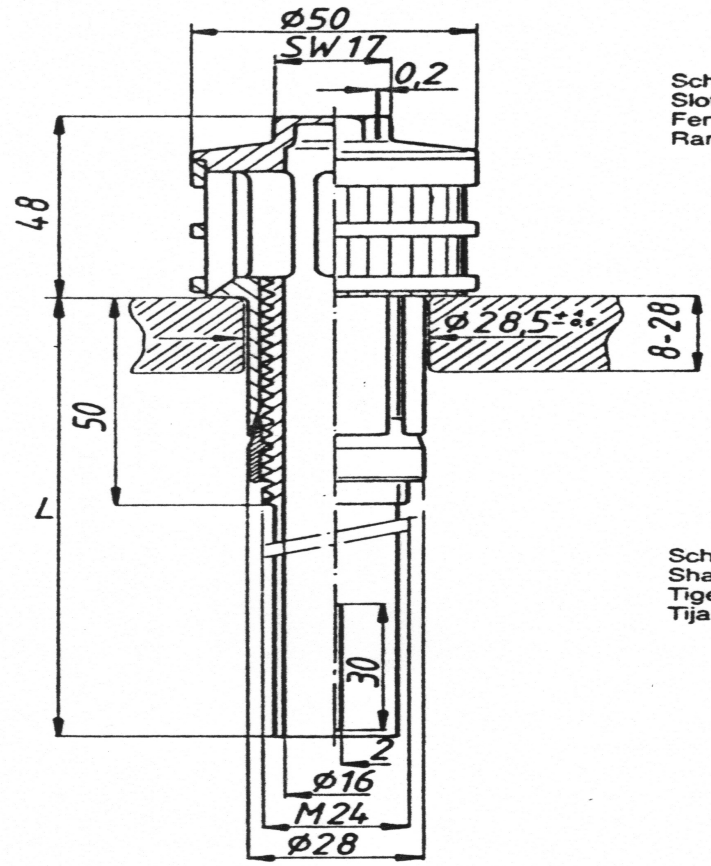
Caña corta: Para contralavado sin aire.

Caña larga: Para contralavado con aire

Falso fondo

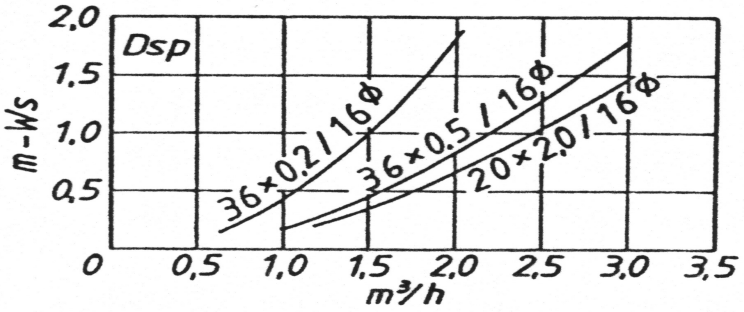
Boquillas

TYP DSP



Schlitze Slots Fentes Ranuras	36 x 0,2 mm = 1,37 cm² 36 x 0,5 mm = 3,42 cm² 36 x 1,0 mm = 6,84 cm² 20 x 2,0 mm = 7,60 cm²
	oder auf Anfrage or on request ou sur demande o a la demanda

Schaft (L) Shaft (L) Tige (L) Tija (L)	50, 80, 110, 140, 200, 230 mm
	oder auf Anfrage or on request ou sur demande o a la demanda



BOQUILLAS

INSTALACIÓN SIN FALSO FONDO

Filtros de gravedad

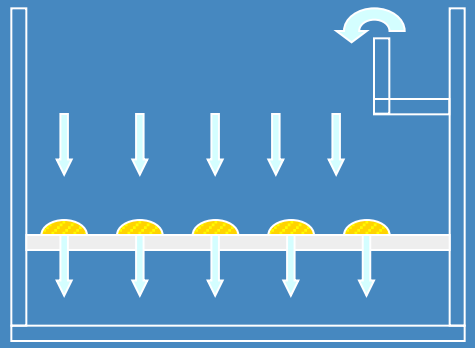
Los filtros de gravedad suelen ser de forma rectangular y el agua entra por un canal lateral superior que actúa como vertedero y se desplaza a través del lecho filtrante pasando a una cámara inferior separada por un falso fondo dotado de boquillas colectoras que dejan pasar el agua pero no el material filtrante. La altura típica de los lechos filtrantes suele ser del orden de un metro a metro y medio.

Filtros de gravedad

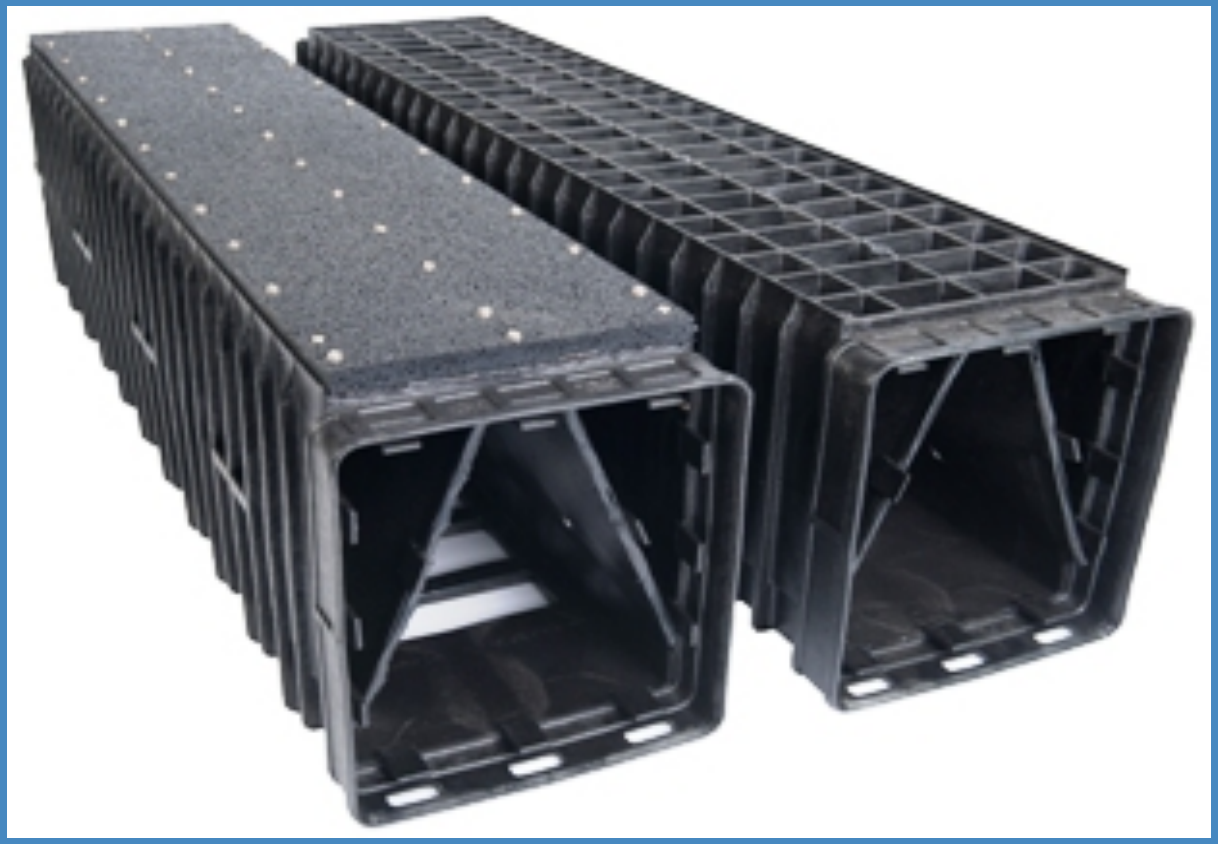
-nivel constante: la pérdida de carga se regula mediante una válvula a la salida del filtro comandada por un nivel

-nivel variable: se permite que el filtro se autorregule en función de la pérdida de carga incrementando su nivel

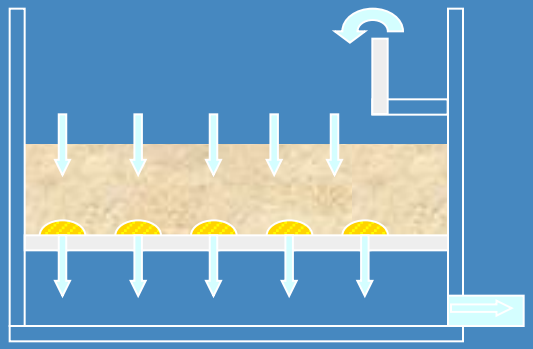
Filtro de gravedad



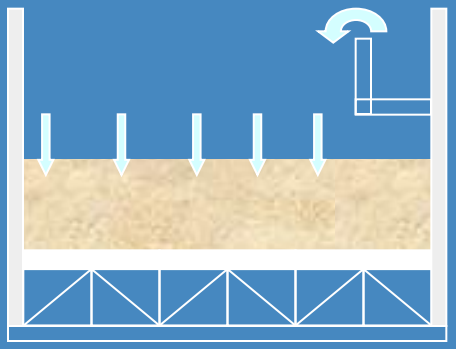
Soportes para filtros de gravedad



Soportes para filtros de gravedad



–Filtro con falso fondo y boquillas

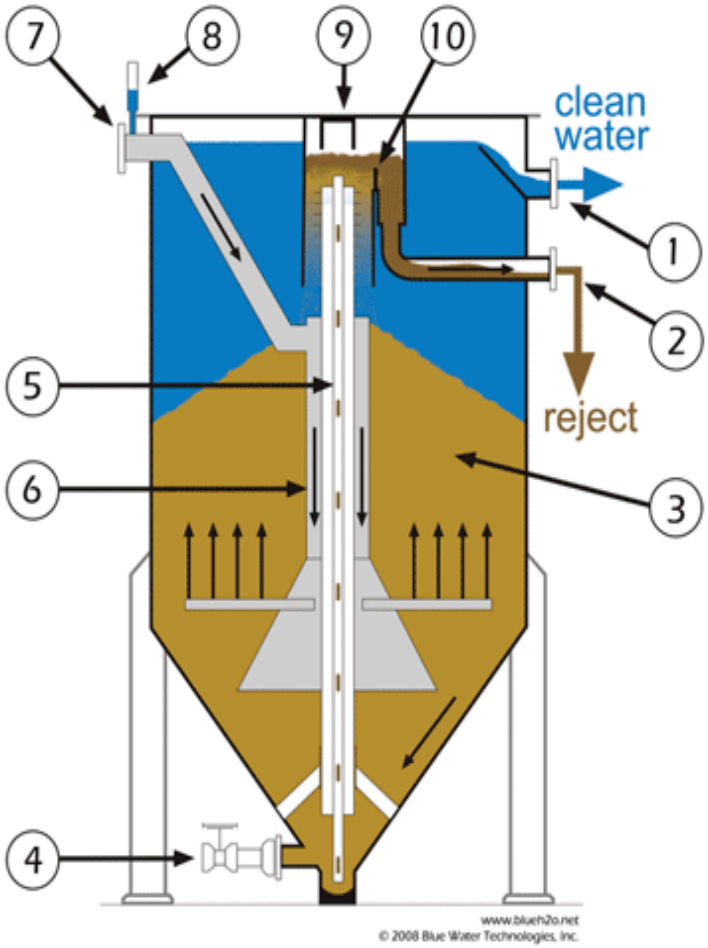


–Filtro con fondo filtrante autoportante

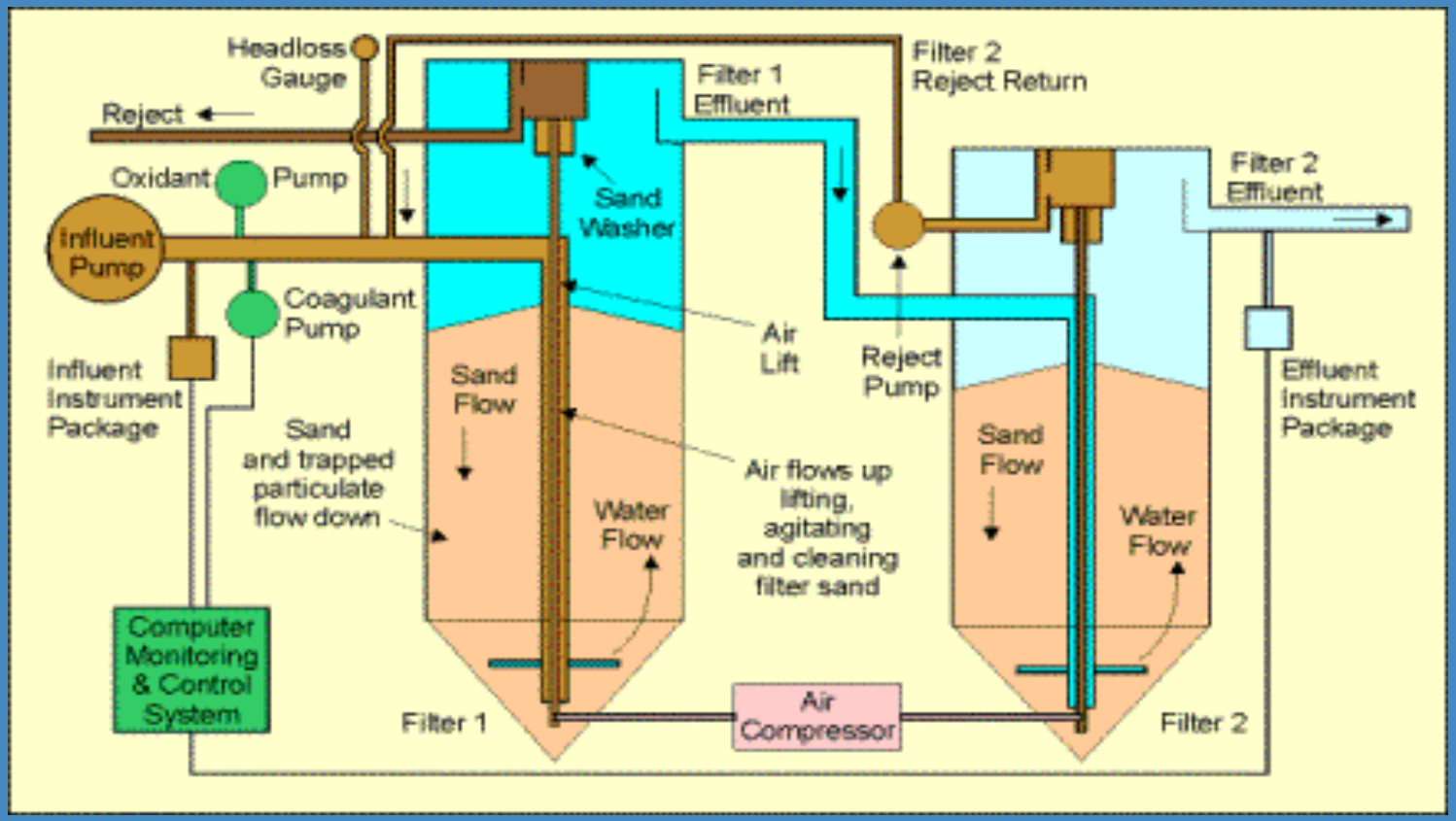
Filtro de gravedad de flujo ascendente y lavado en continuo

Filtro de flujo ascendente y lavado en continuo

1 Filtrate
2 Reject
3 High Quality Silica Media
4 Drain
5 Airlift
6 Central Feed Chamber
7 Influent
8 Headloss Sight Gauge
9 Splash Guard
10 Adjustable V-Notch Weir



Disposición en 2 etapas



Contralavado

Necesidad del contralavado

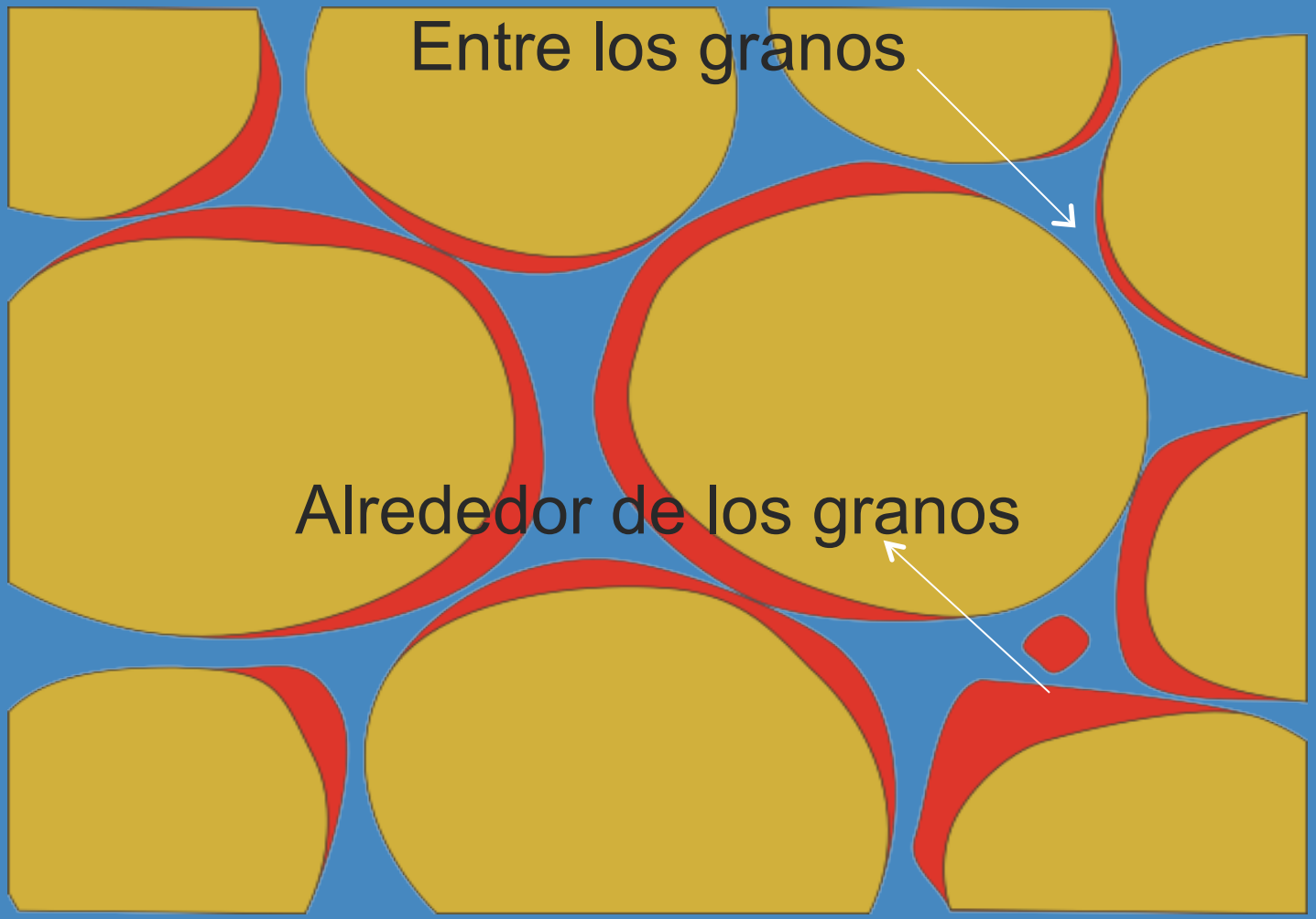
Los filtros deben ser lavados por tres razones:

Evitar el incremento de la presión diferencial.

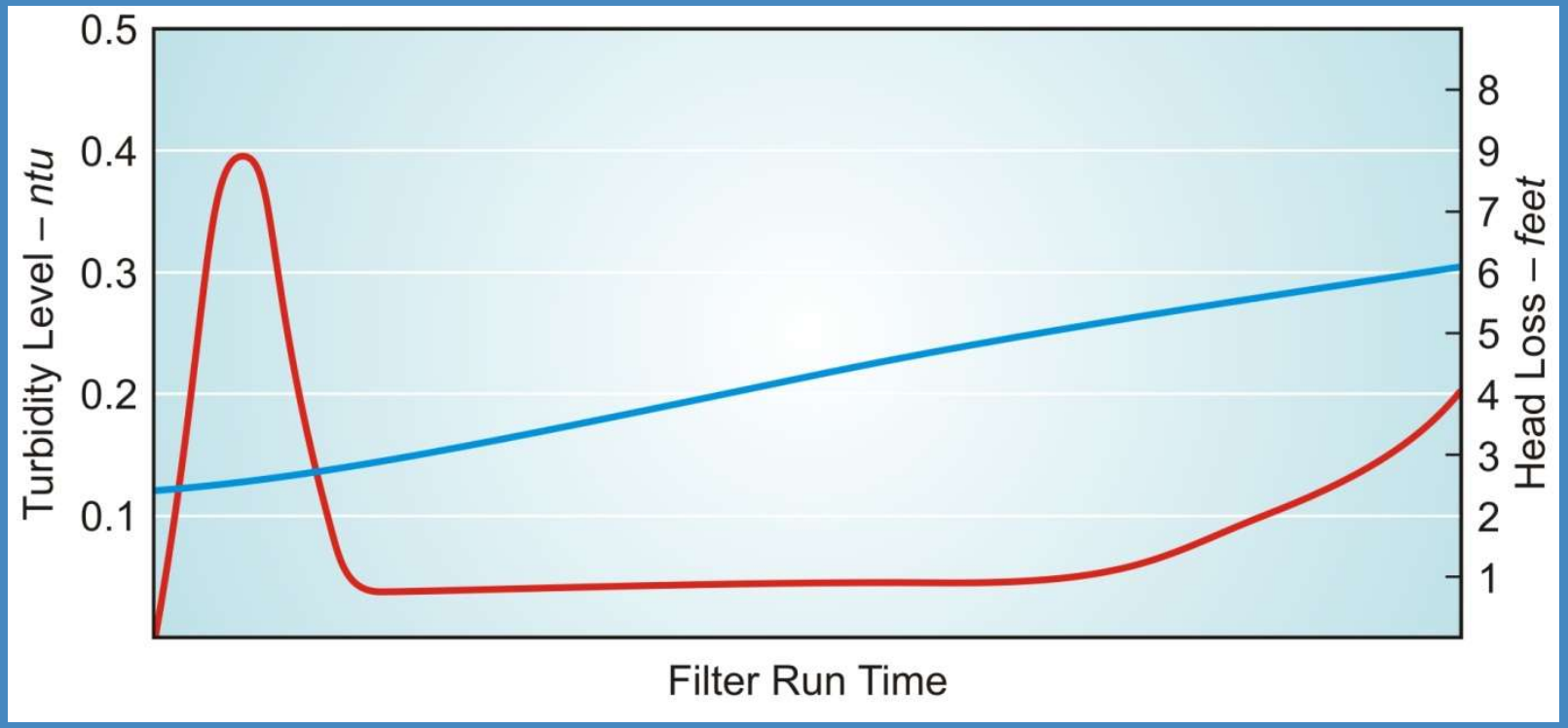
Evitar la reducción del caudal filtrado.

Evitar el empeoramiento de la calidad del filtrado..

Dos lugares para la suciedad



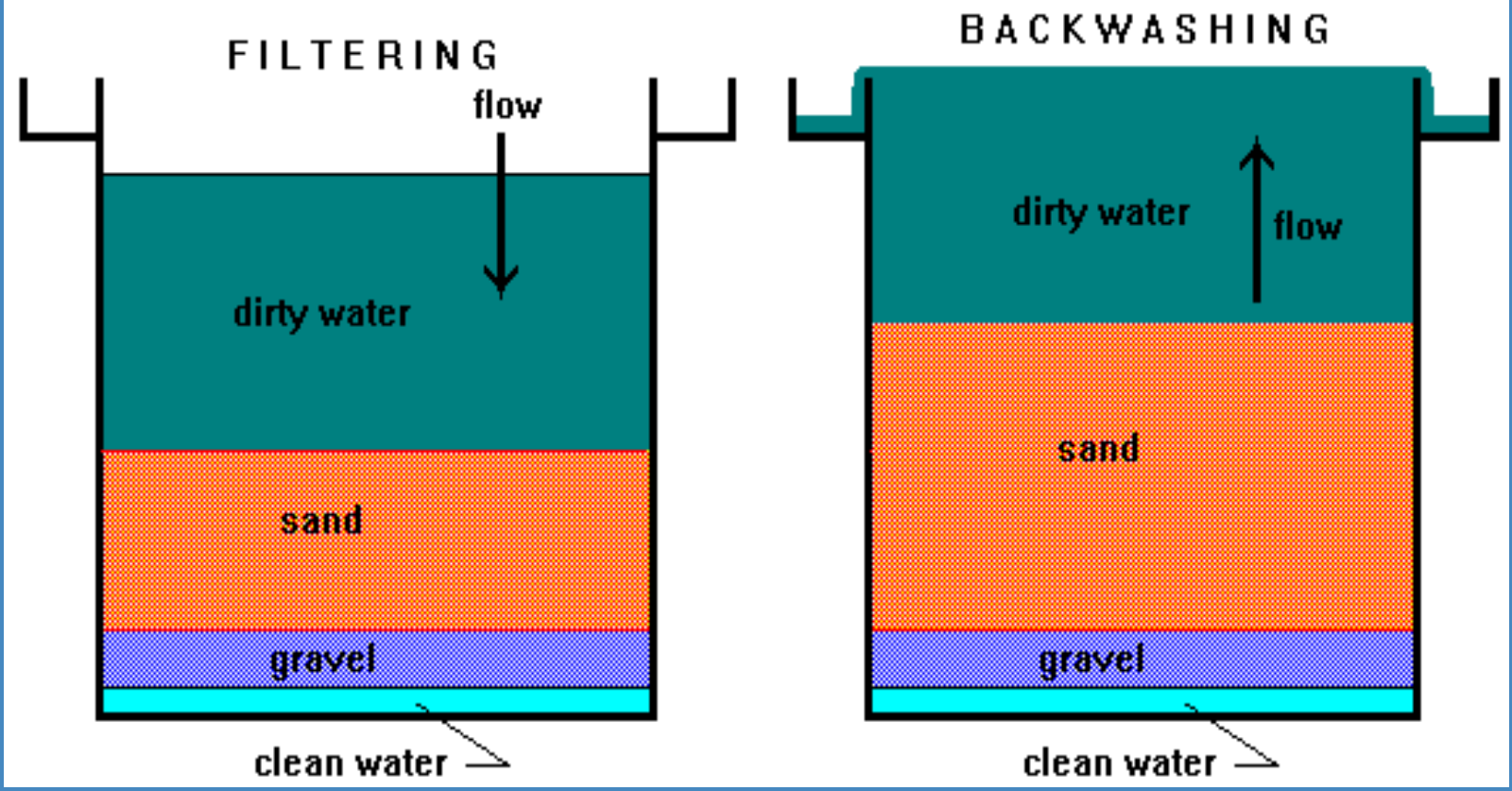
Calidad del efluente



Expansión del medio

La expansión es necesaria para separar los granos del medio, permitiendo al agua circular y remover la suciedad.

Expansión


FILTERING
flow
dirty water
sand
gravel
clean water
BACKWASHING
dirty water
flow
sand
gravel
clean water

Parámetros típicos

El caudal de agua debe producir una expansión mínima del 15%.Los valores normales oscilan entre el 20 y el 25%.

Aire: 30 – 50 m/h

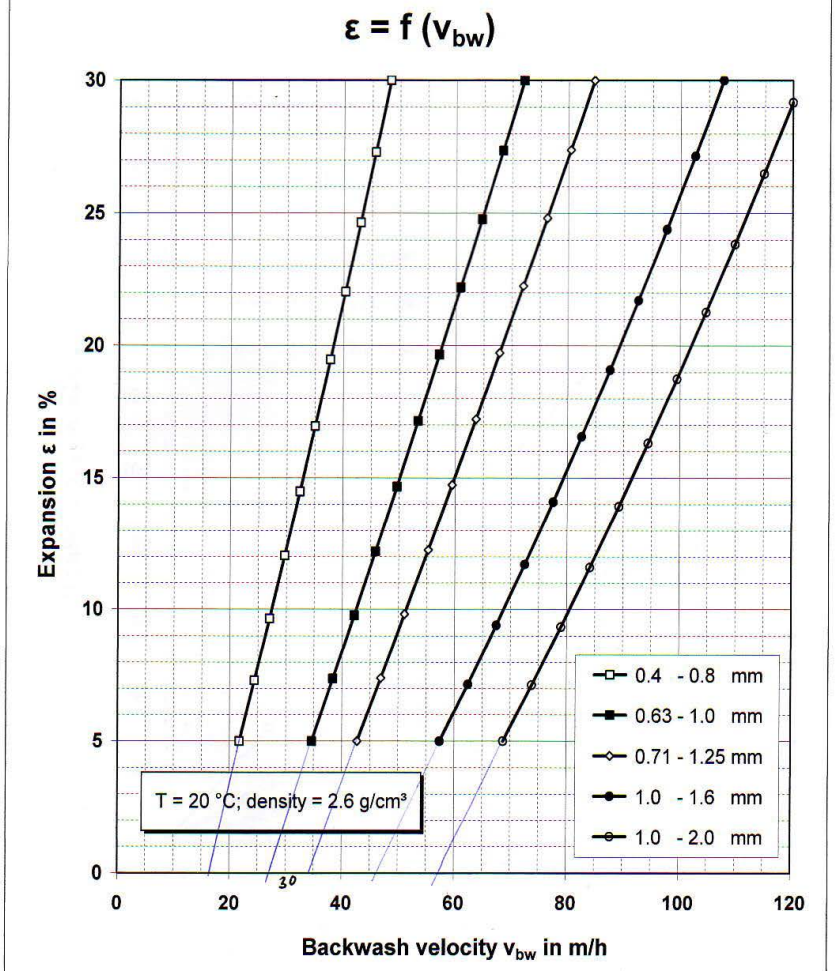
Agua sola: 25 – 40 m/h

Agua con aire: 12 – 15 m/h

Curvas de expansión

Aqua-TECHNIEK B.V. Filtermedia for Watertreatment

Hydraulic Datasheet	*Aqua-sand* according to EN 12904, Type 1	QMS-No. GBH22111_2



Proceso de contra lavado

1º.- Aire: 2 – 3 minutos

2º.- Aire + Agua: Hasta que el agua alcance el canal de salida.

3º.- Agua: 5 a 15 minutos

4º.- Pre-servicio: 15 a 25 minutos

Aire

El aire fluidiza el medio para mejorar la etapa de agua.

Es la primera etapa del contra lavado.

El nivel de agua debe reducirse previamente hasta unos 2 cm. por encima del medio filtrante, para evitar su perdida.

Aire mas agua

Es la etapa mas efectiva, produciendo un estado muy turbulento.

Es la única forma de eliminar la suciedad adherida a los granos.

Sin embargo no se usa en la mayoría de las instalaciones.

Agua sola

Origina un flujo laminar.

Solo remueve la suciedad depositada entre los granos.

Sin la fase de aire mas agua, no produce un agua de buena calidad.

Pre - Servicio

Después de poner el filtro en operación, la calidad del filtrado no es buena y consecuentemente no debe ser enviada al proceso hasta que mejore.

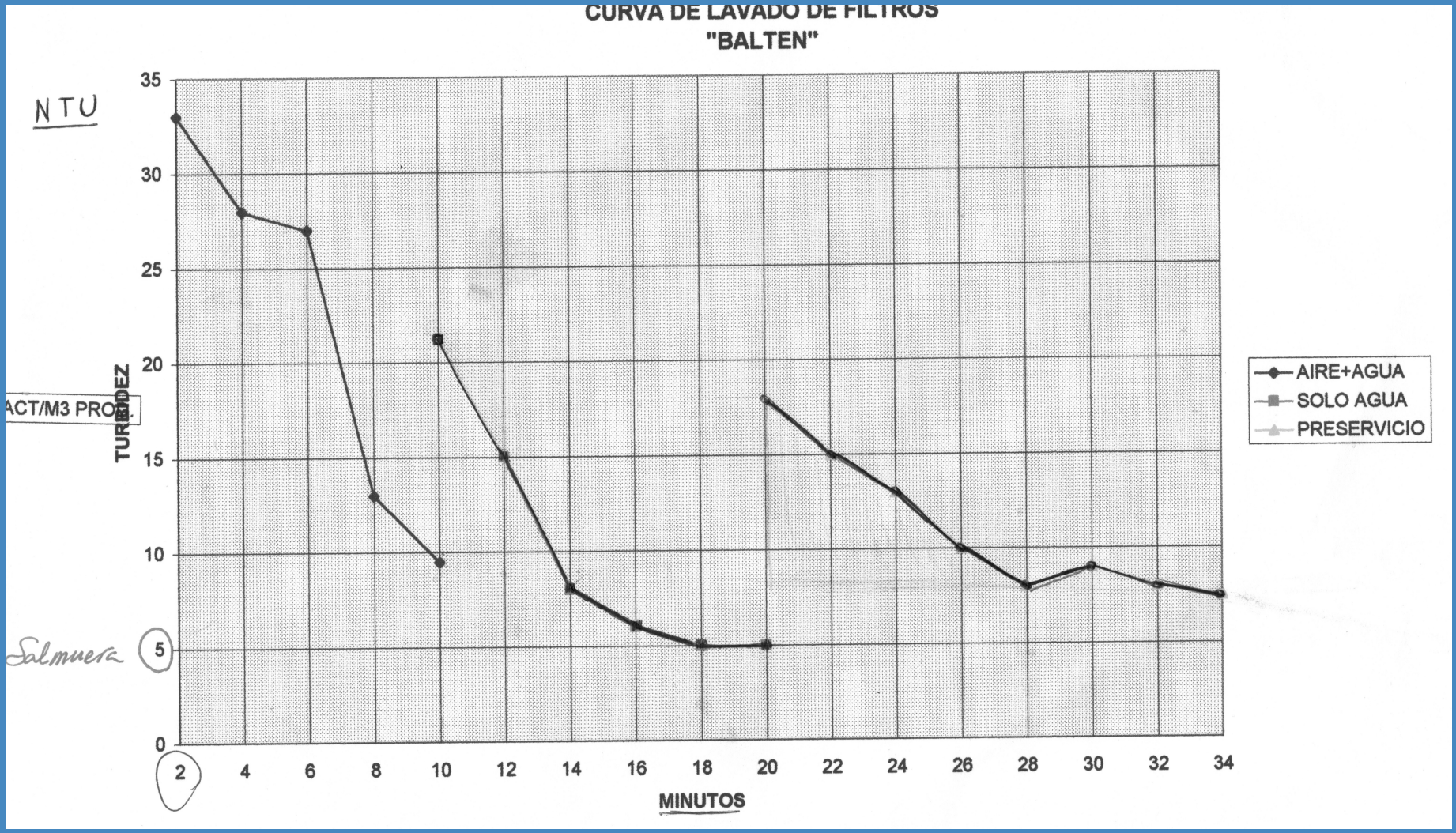
Esta etapa no existe o posee un tiempo muy corto en muchas instalaciones ya que los operadores no quieren perder agua.

Su ausencia o brevedad origina un mayor ensuciamiento de los filtros de cartucho y las membranas de OI.

Caracterización del contra lavado

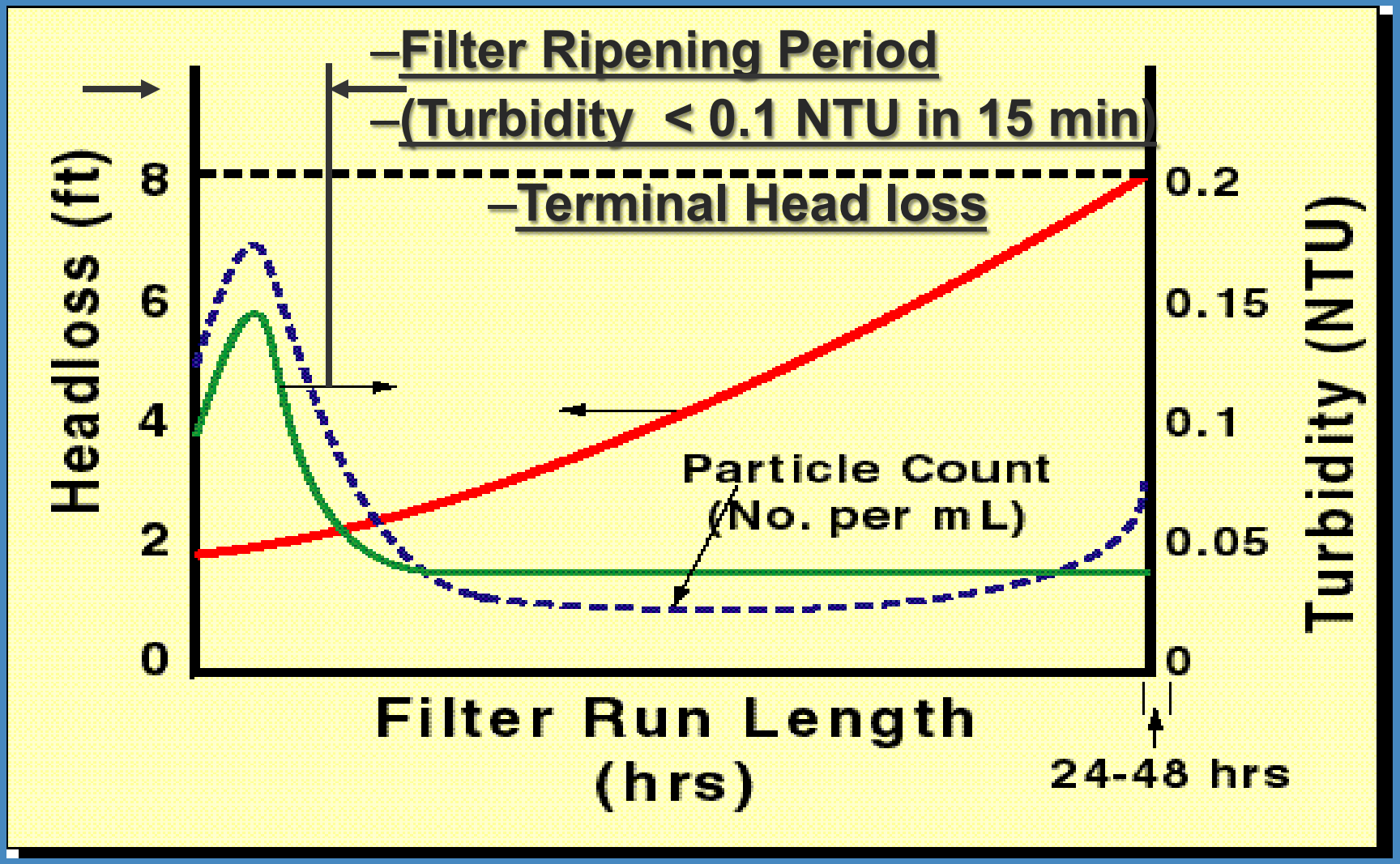
- La caracterización permite conocer los tiempos adecuados de cada fase del lavado.
- Igualmente informa sobre la cantidad de solidos contenidos en el efluente.
-
- Reduce el tiempo y el volumen de agua utilizada, así como mejora la eficacia del lavado.
- Todo lo que se necesita es un cronometro, un medidor de turbidez y una silla.

Backwash curves



Lavado aire mas agua

CURVA DE FILTRACIÓN



DISEÑO

¿Cuando se puede decir que un filtro trabaja bien?

- Turbidez de salida menor de 0.3 NTU
- Partículas < 50 /mL
- Remoción > 2-log de *Giardia* y *Cryptosporidium.*
- Duración de la fase de filtración de (24+ horas)

Buena practica de diseño

- Recordar que todos los medios deben ser seleccionados para compartir una velocidad de fluidización común.
- Esto ayuda a disminuir la zona de mezcla de medios.
- Una gran zona de mezcla origina tiempos de filtración cortos.

Buena practica de diseño

- El medio mas grueso debe situarse en la parte alta para atrapar a las partículas grandes y el mas fino en la parte inferior para efectuar el afino.

- No obstante, el contra lavado re clasifica los medios colocando los finos en la superficie y los gruesos en el fondo.

Buena practica de diseño

Para evitar eso y conseguir que se mantenga la estratificación original, hay que jugar con las densidades.

El medio grueso debe ser de baja densidad y el medio fino de alta densidad.

De esa forma el contra lavado no afecta a la estratificación.

Calculo de la relación de tamaños

Good Filter Design Practice

- If dual-media is used, media should be hydraulically compatible to reduce intermixing:

$$\frac{d_1}{d_2} = \left[\frac{(\rho_2 - \rho_{water})}{(\rho_1 - \rho_{water})}\right]^{\left(\frac{2}{3}\right)}$$

ρ_1, ρ_2, ρ_{water} = Density of Media 1, Media 2, and water

d_1, d_2 = Diameter of Media 1, Media 2

Relación de tamaños

Antracita a arena
Densidad de la antracita: 1.4
Densidad de la arena: 2.6
Ratio: 2.5

Arena a Granate
Densidad de la arena: 2.6
Densidad del granate: 4.1
Ratio: 1.5

Relación de tamaños

Por simplificación se usa un ratio de 2 para todos los medios en vez de 2,5 y 1,5

Ejemplo:

Antracita: 1.2 – 2.0 mm.

Arena: 0.6 – 1.2 mm.

Granate: 0.3 – 0.6 mm.

Los tamaños varían según los fabricantes.

Distribución del medio

En un filtro multicapa (MMF) la distribución es como sigue:

Capa superior: Antracita

Capa central: Arena

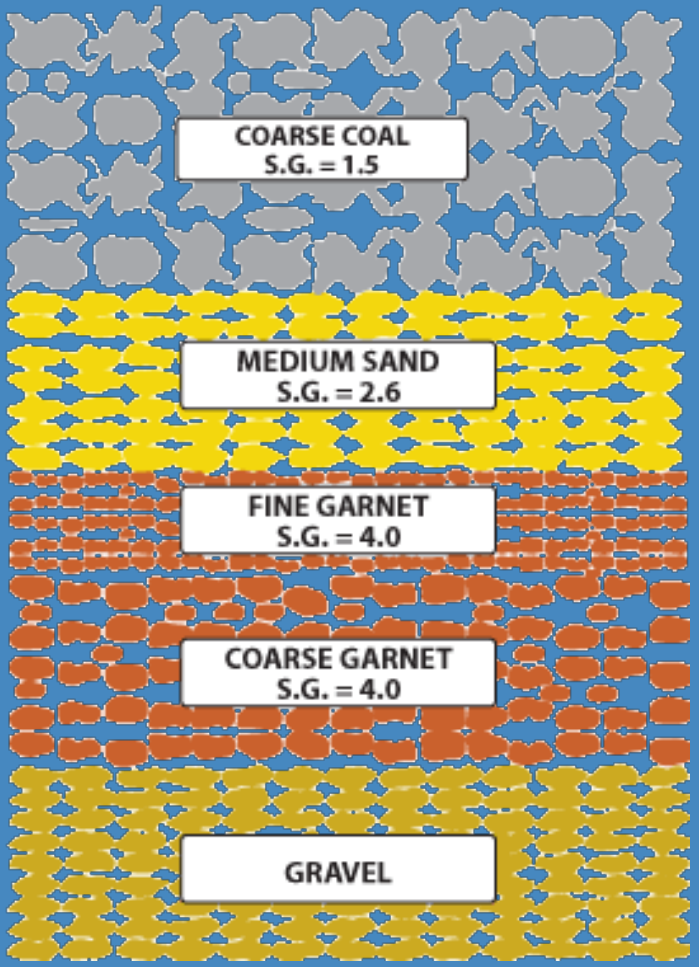
Capa inferior: Granate

Posteriormente se instalan dos o tres capas de grava que sirven para aislar el medio de las boquillas y facilitar los contra lavados.

Filtro multicapa para etapa única

MEDIO	Tamaño (mm.)	Espesor (mm.)
Antracita	0.8 – 1.6	500
Arena	0.4 – 0.8	400
Granate	0.3-0.5	150
Granate	1.5 – 2.5	100
Grava	3.8 - 8	100
Grava	8 - 16	100

Filtro multicapa



Filtro doble capa para 1ª etapa

Medio	Tamaño (mm.)	Espesor (mm.)
Antracita	0.8 – 1.6	500
Arena	0.4 – 0.8	400
Granate	1.5 – 2.5	100
Grava	3 - 8	100
Grava	8 -16	100

Filtro doble capa para 2ª etapa

Medio	Tamaño (mm.)	Espesor (mm.)
Arena	0.4 – 0.8	700
Granate	0.3 – 0.5	150
Granate	1.5 – 2.5	100
Grava	3 - 8	100
Grava	8 - 16	100

Zona muerta mínima

L = (A + S + G) x 1.5

Siendo :

A= Espesor de la Antracita multiplicado por 0,5

S= Espesor de la arena multiplicado por 0,25

G= Espesor del granate multiplicado por 0,1

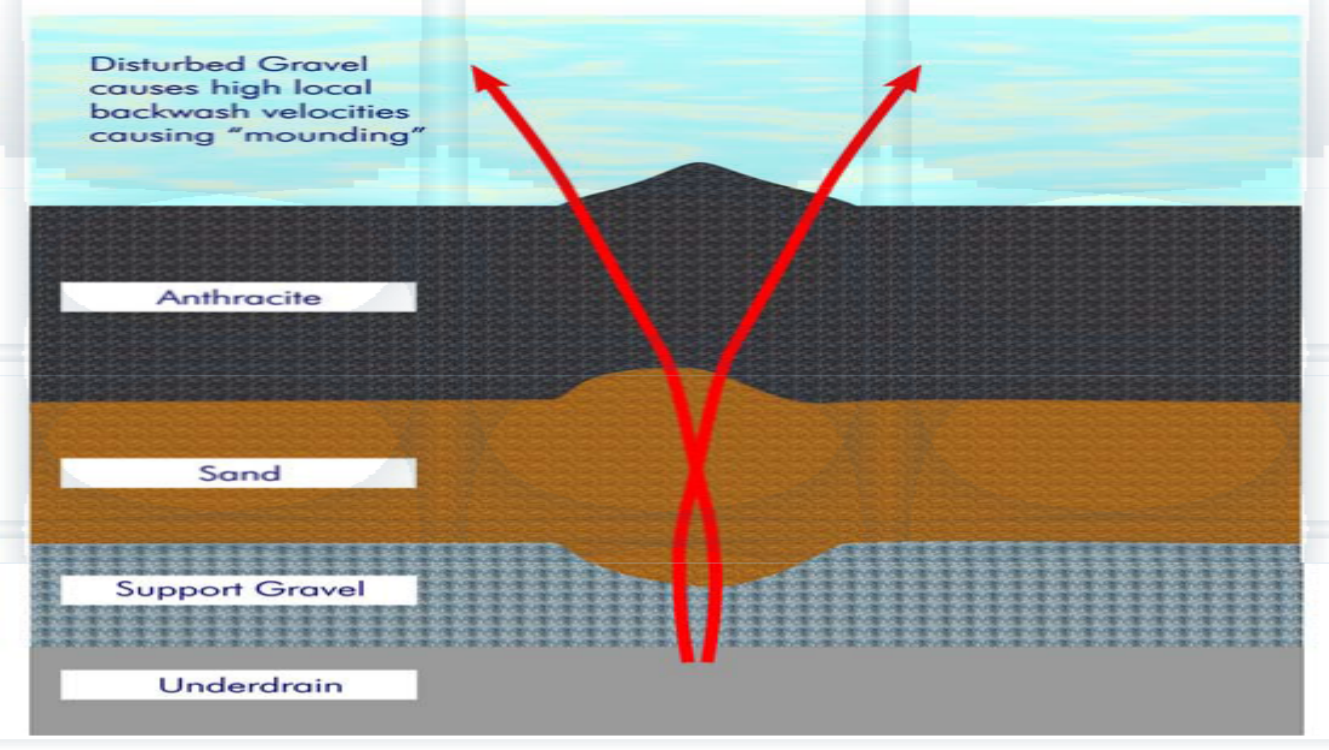
Observación visual de los filtros

- Puntos a tener en cuenta:
  - “Hervido del medio durante el lavado
  - Distribucion irregular del lavado
  - Distribución irregular del agua de lavado en el conducto de recogida.
  - Cráteres en la superficie del medio
  - Bolas de barro
- Realizar un mapa del filtro para futuras comparaciones.

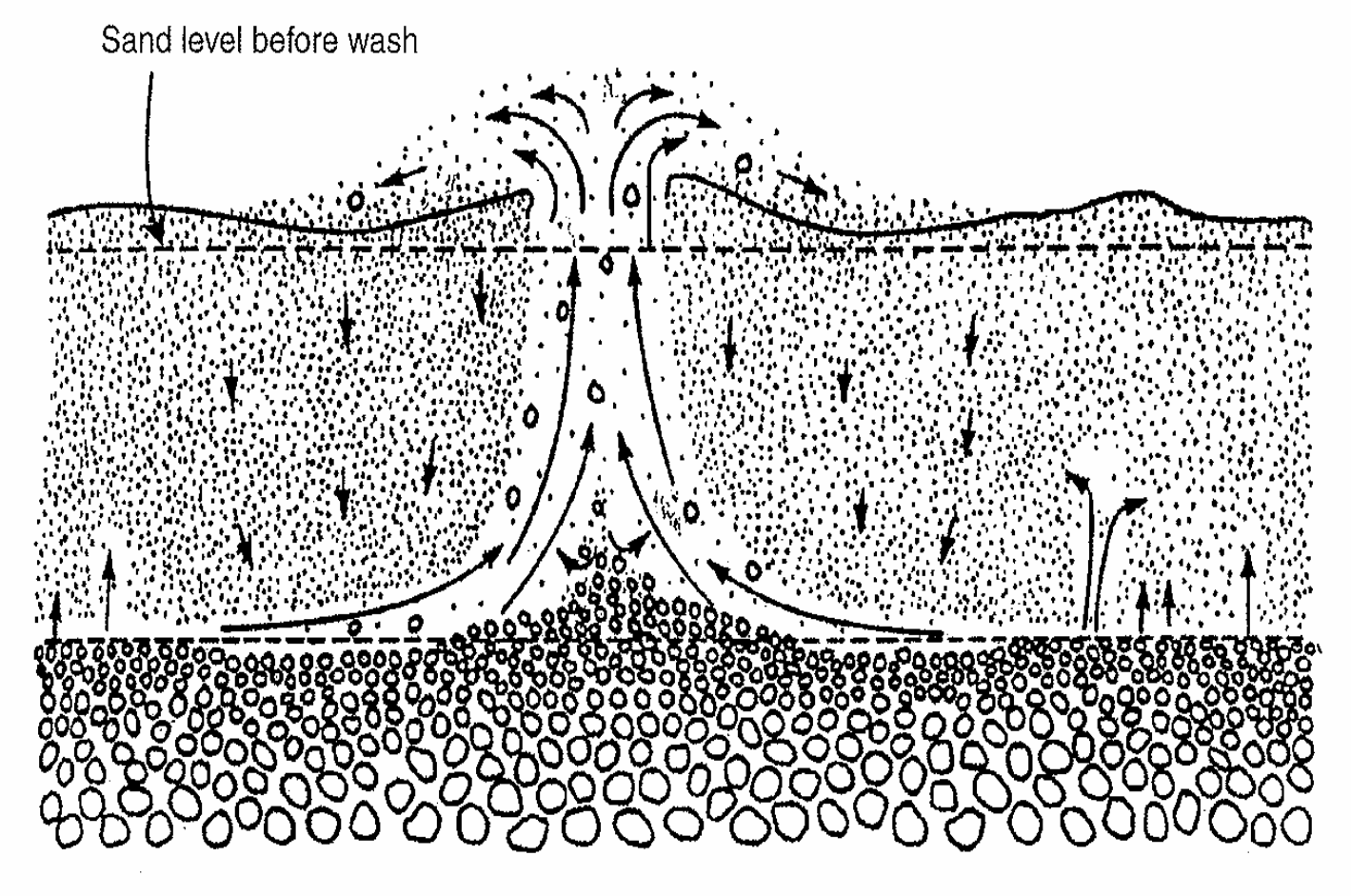
Estado de un filtro “supuestamente” limpio

Monticulos

Sugieren una capa de grava no uniforme.
Mayor caudal localizado

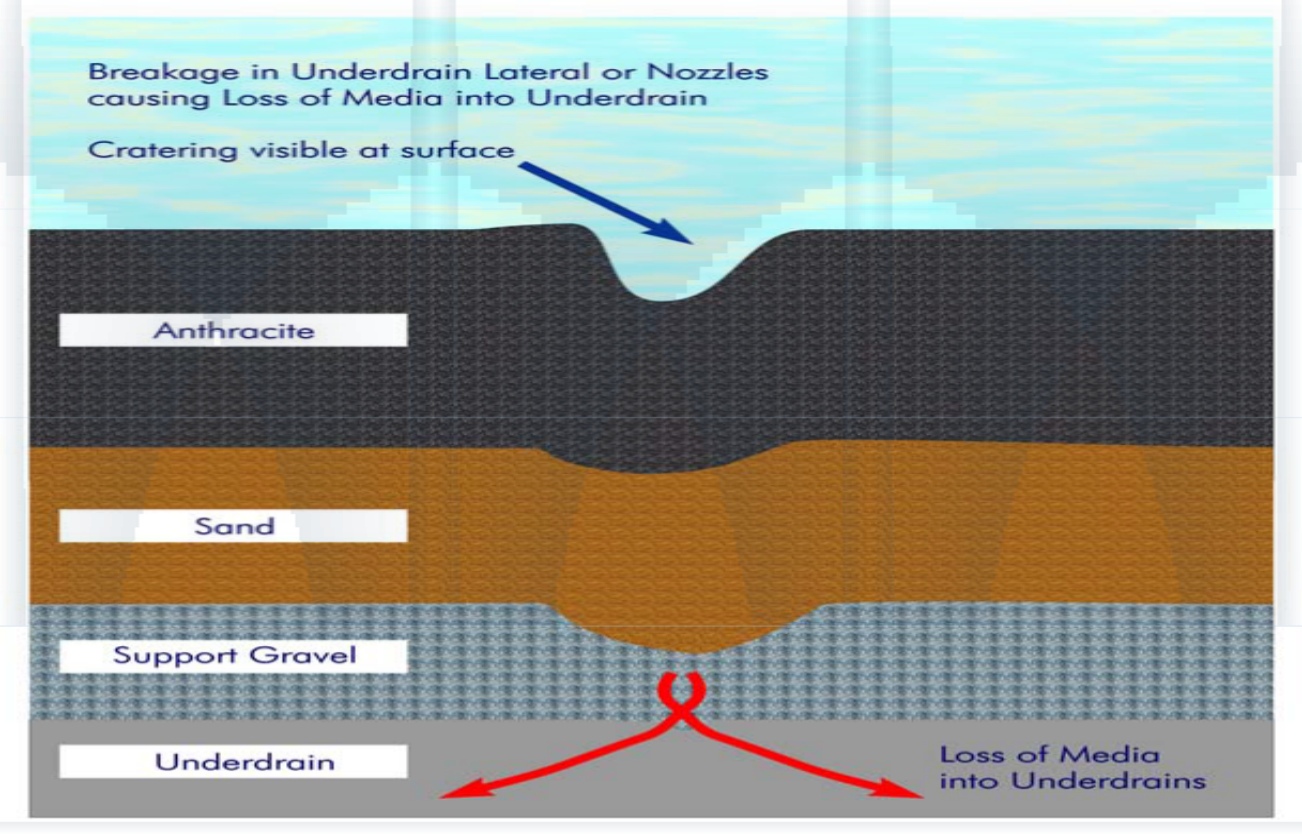


“Hervido”



Cráter

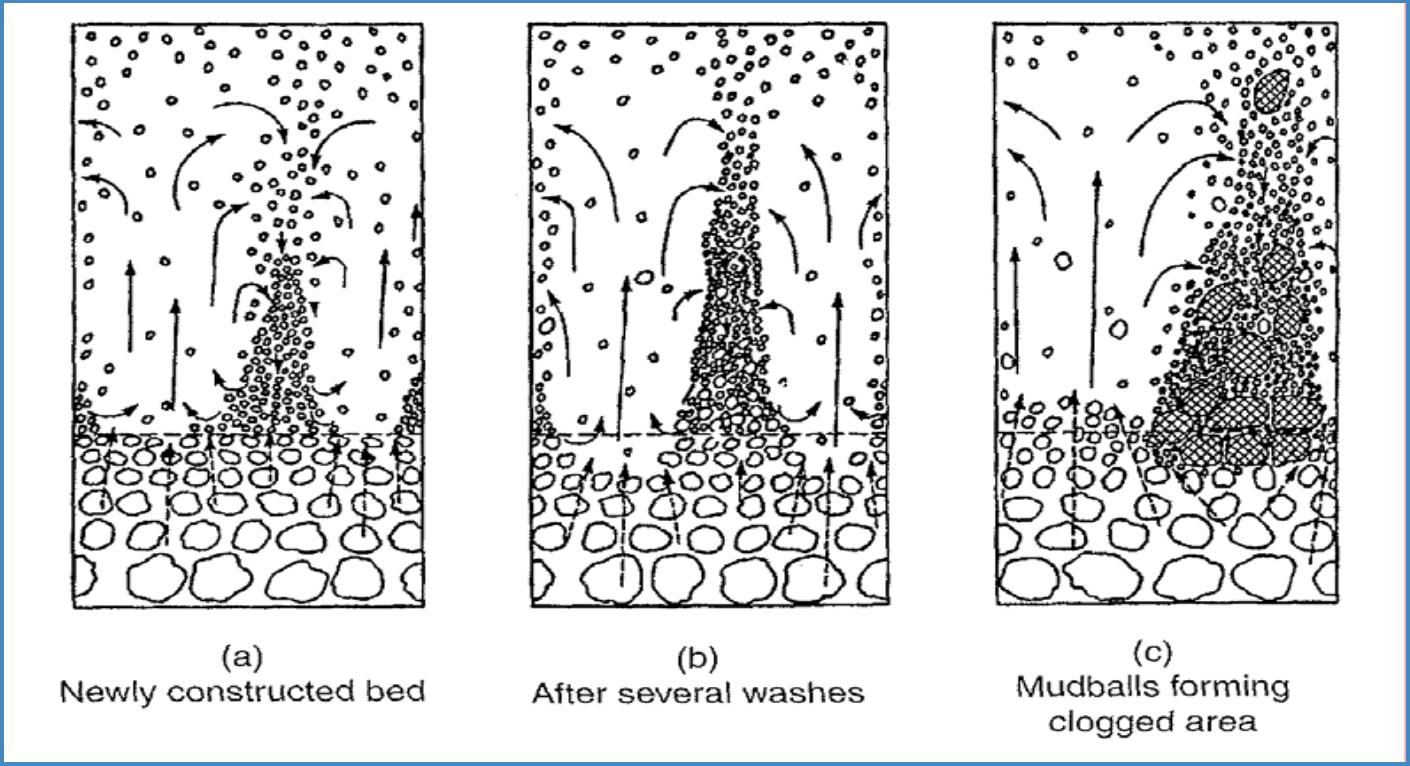
Posible rotura de una boquilla con fuga de medio



Cráter originado por una boquilla rota

Bolas de barro

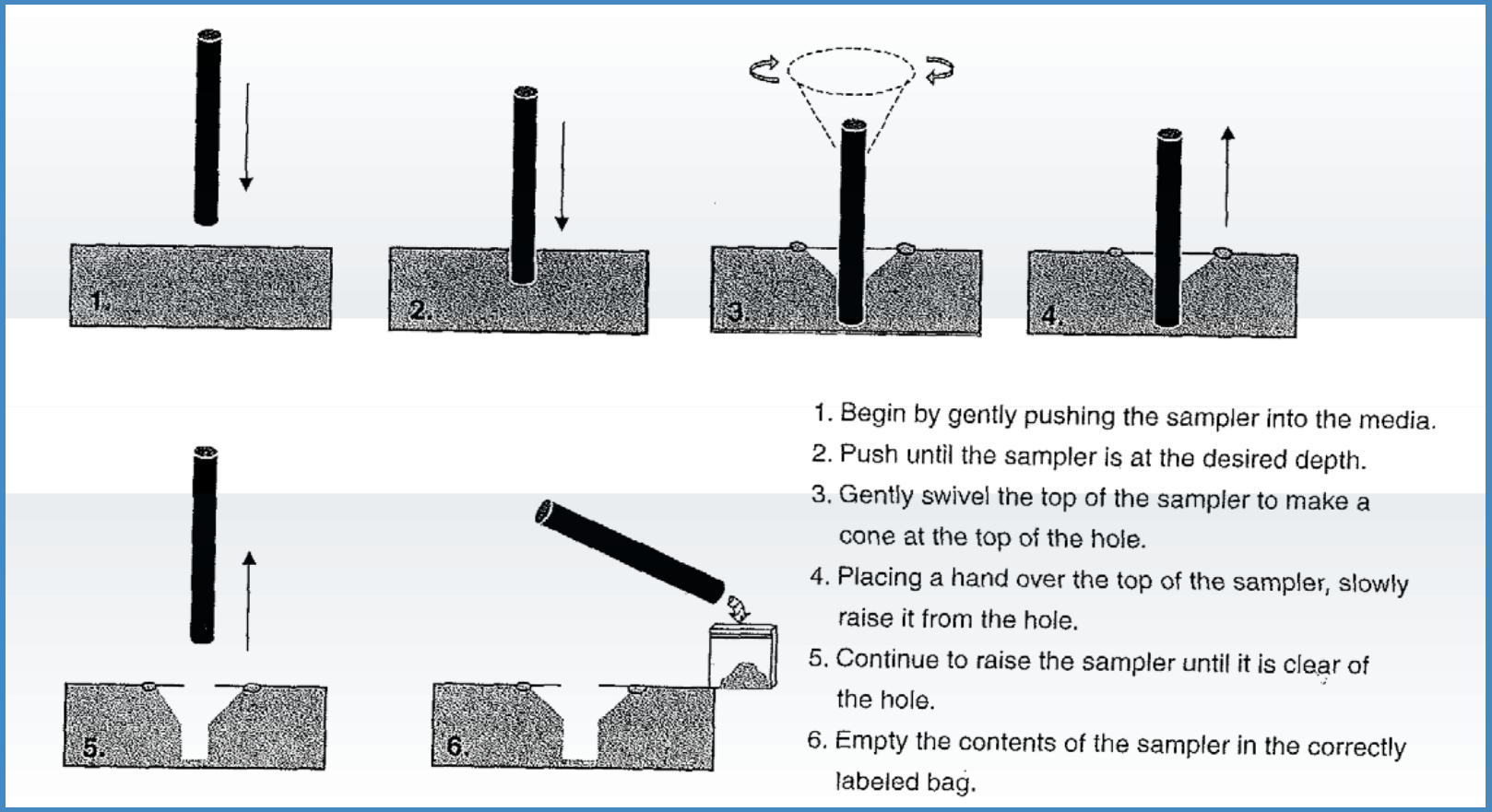
Velocidad de lavado insuficiente para remover barro



Otros puntos a revisar

- Grietas en la superficie
- Medio separado de las paredes
- Crecimiento de algas
- Medio en canal de recogida de agua de lavado.
- Uniformidad del espesor de las capas.
- Nivelación del canal de recogida de agua de lavado.
- Uniformidad del lavado, sin zonas muertas.

Procedimiento de toma de muestras



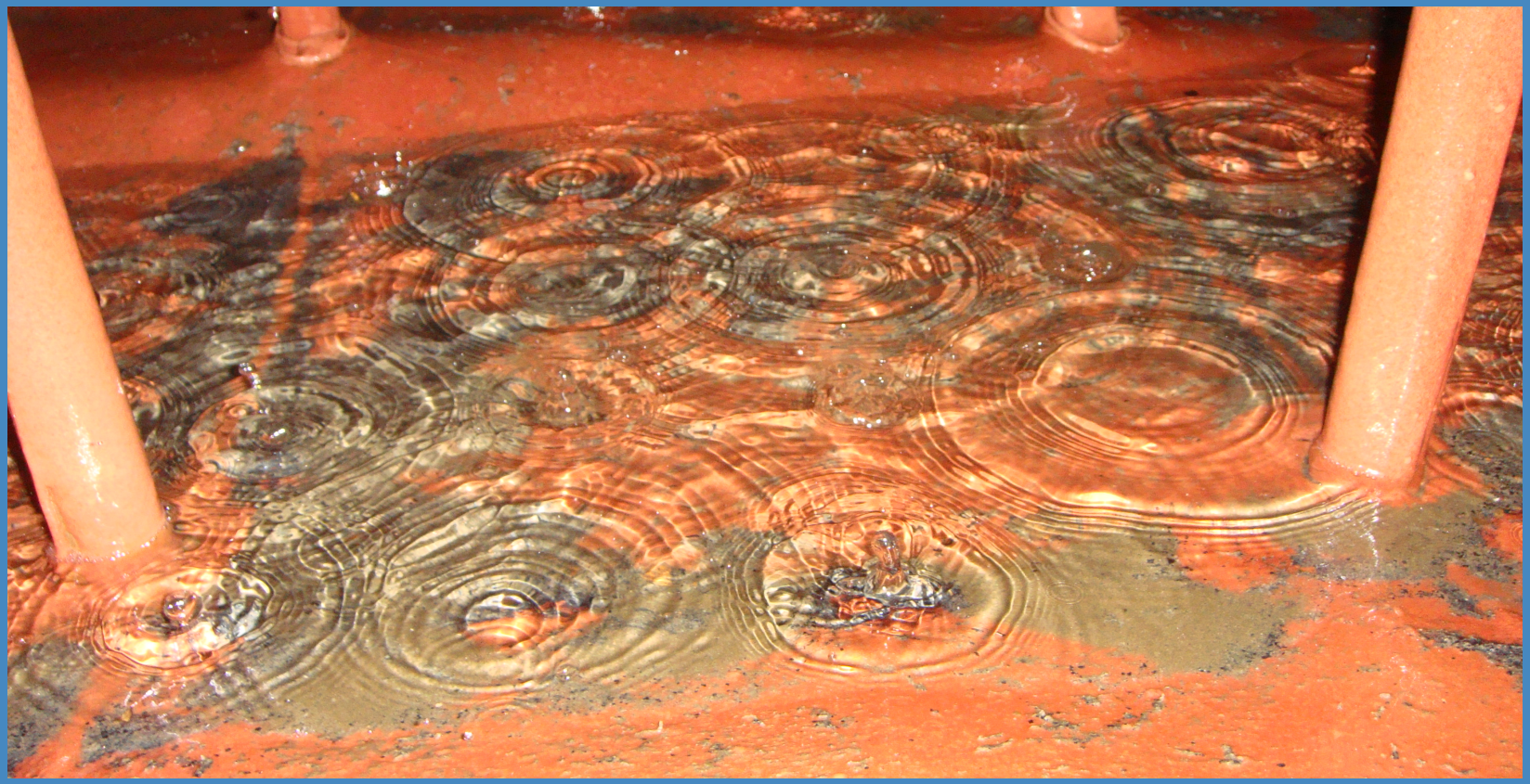
1. Begin by gently pushing the sampler into the media.
2. Push until the sampler is at the desired depth.
3. Gently swivel the top of the sampler to make a cone at the top of the hole.
4. Placing a hand over the top of the sampler, slowly raise it from the hole.
5. Continue to raise the sampler until it is clear of the hole.
6. Empty the contents of the sampler in the correctly labeled bag.

Muestras para analizar estado

Turbidez de los medios

Turbidez del agua de enjuague del medio

Arena proveniente de una boquilla rota



FILTROS AUTOLIMPIANTES

–FILTROS AUTOLIMPIANTES (CESTAS PERFORADAS Y MALLAS)

–Cilindros de acero inox perforados o mallas

–Tamaño del orificio mas usual entre 100 y 300 micras.

–(No debe ser menor de 100 micras).

–Se usan como paso previo a las membranas de UF / MF

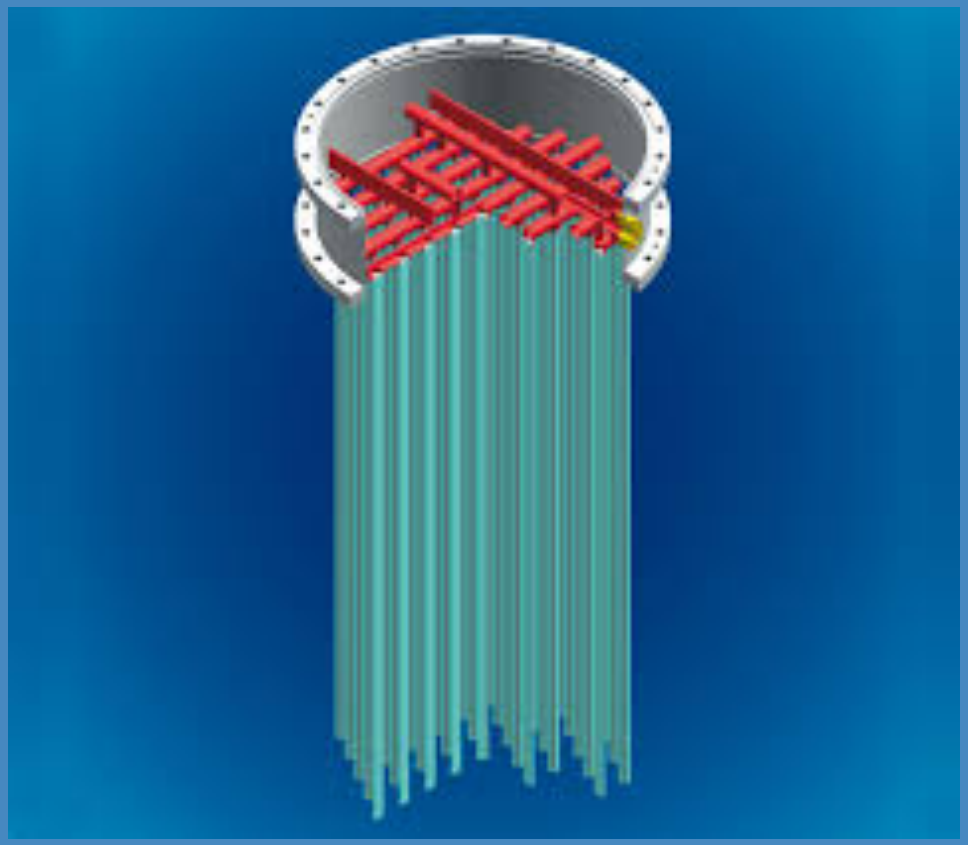
Malla de acero noxidable multicapa

FILTROS PRECAPA

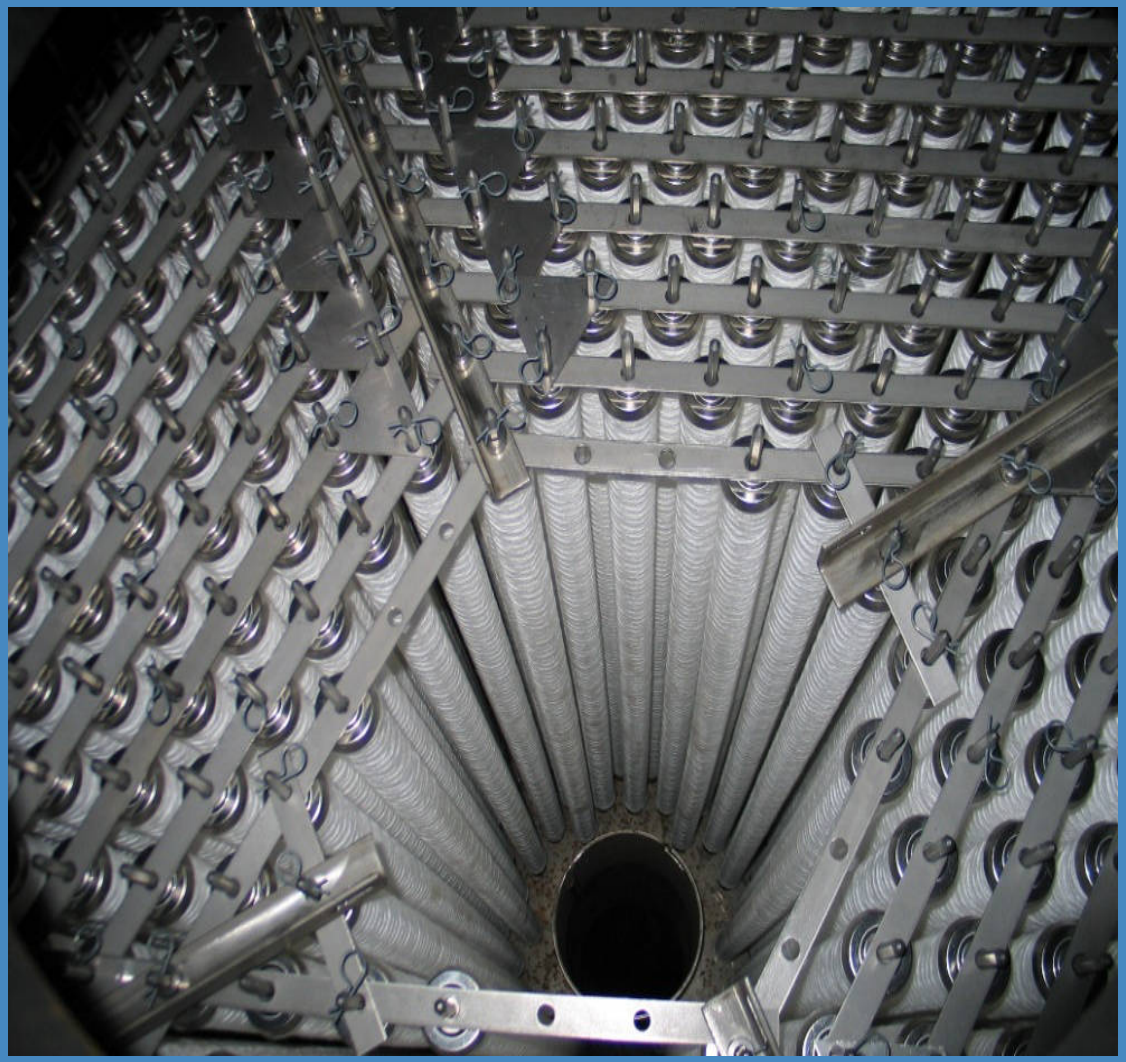
–Los filtros precapa son una variante de los filtros de cartuchos, en los cuales se forma una precapa con un material filtrante fino, como las diatomeas, que forman una película sobre el cartucho produciendo así una filtración más profunda.

–Son filtros de elevado coste y mantenimiento y su ubicación más común es entre los filtros de arena y los de cartuchos. Dada su complejidad de operación en la actualidad son poco utilizados.

Filtros precapa − Disposición



Filtros precapa − Cartuchos soporte



Filtros precapa

Filtros de disco

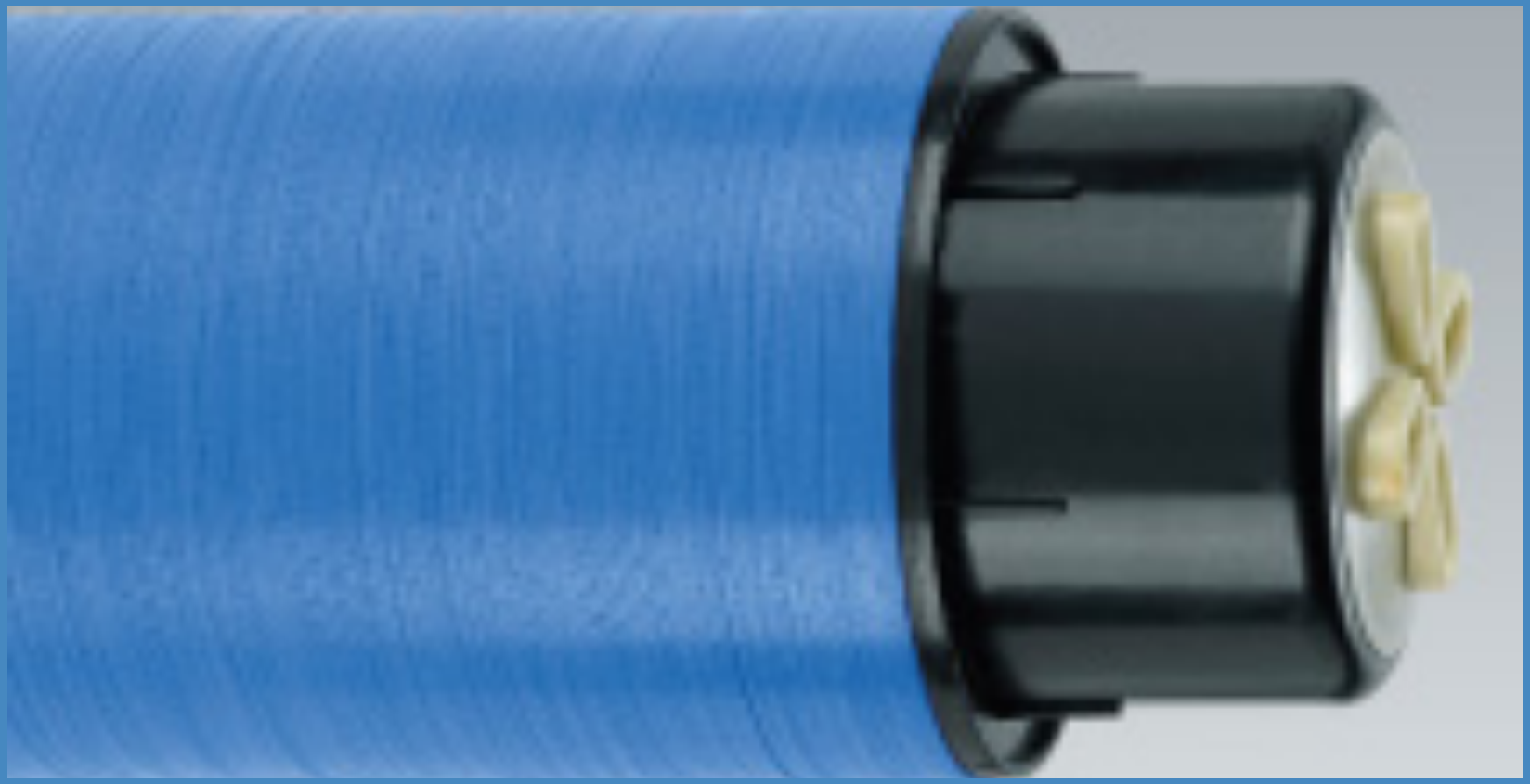
-Conjunto de discos de material plástico apilados mediante un muelle.

-Los discos se separan durante el lavado para facilitar la eliminación del material acumulado.

Se utilizan como pre tratamiento de las membranas de MF/UF

DISCOS FILTRANTES

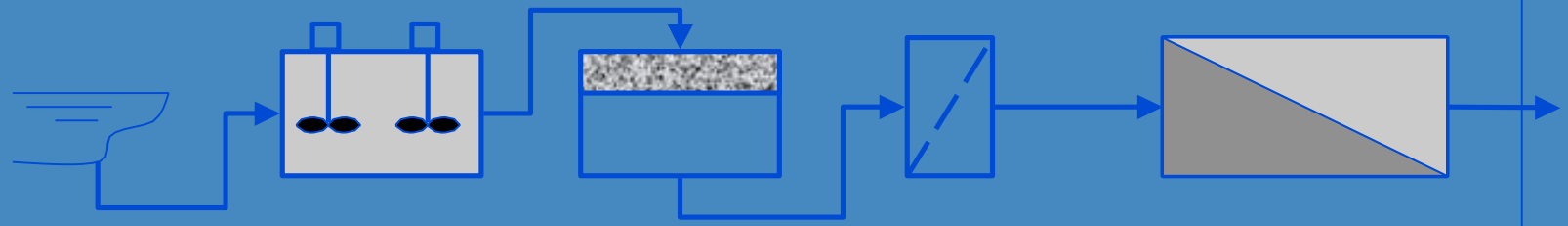
FILTRO DE DISCO



Filtración por Membranas

- Microfiltración
  - tamaño nominal del poro >0.1 micras
  - remueve bacteria & protozoos, incluyendo *giardia* y *Cryptosporidium*
  - reduce turbidez a < 0.1 NTU
- Ultrafiltración
  - tamaño nominal del poro <0.1 micras
  - remueve bacteria & protozoos, incluyendo *giardia* y *Cryptosporidium*
  - reduce turbidez a < 0.1 NTU
  - remueve 6 log de virus

PRE TRATAMIENTO CLÁSICO



AGUA DE MAR

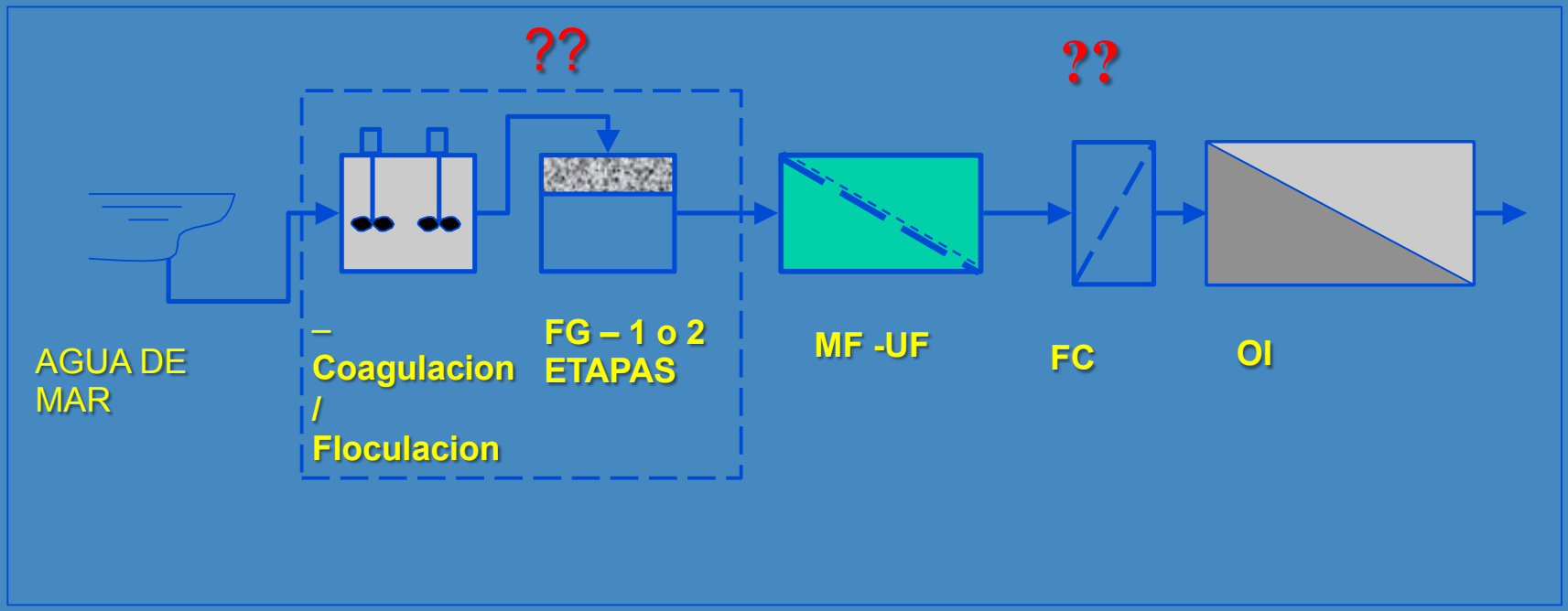
– Coagulacion/ Floculacion

FILTROS DE ARENA – 1 o 2 ETAPAS

FC

OI

MF / UF PRE TRATAMIENTO



Términos UF/MF

TMP = Presión Tras Membrana = $(P_a + P_c)/2 - P_p$

P_a = Presión de la alimentación

P_c = Presión del concentrado

P_p = Presion del permeado

SP – Permeabilidad especifica = $Q/(A_m * TMP)$

Q – Caudal filtrado A_m – Área de la membrana.

Configuraciones

- Se aplica presión o vacío
  - típico 0.5 - 1 bar de presión trasmembrana
- Materiales
  - PVDF, PAN, PS, PES, PE, PP ...

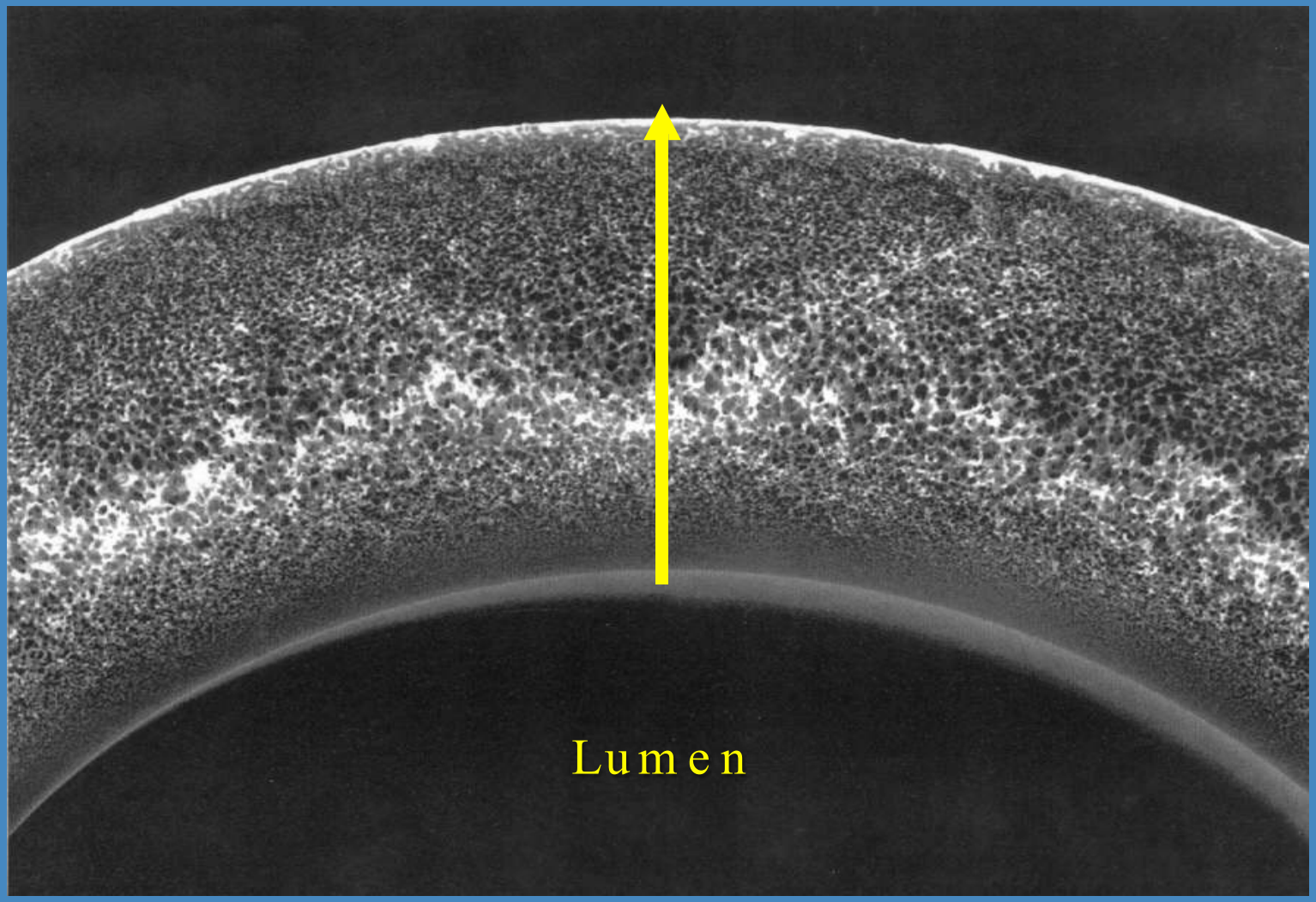
Configuración de las membranas

–Soportadas y libres

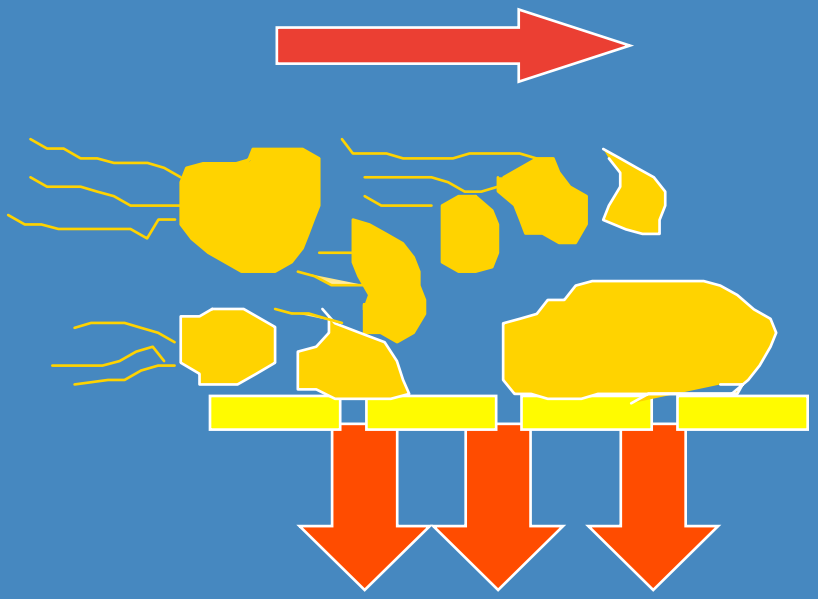
–Fibra hueca, Módulos en espiral, Placa y marco, otras.

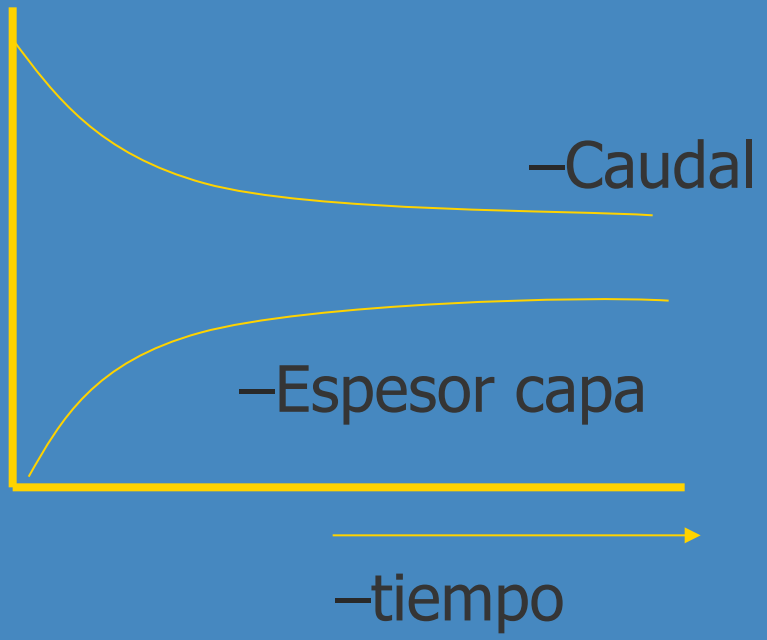
–Las mas usadas son las de fibra hueca

Fibra hueca

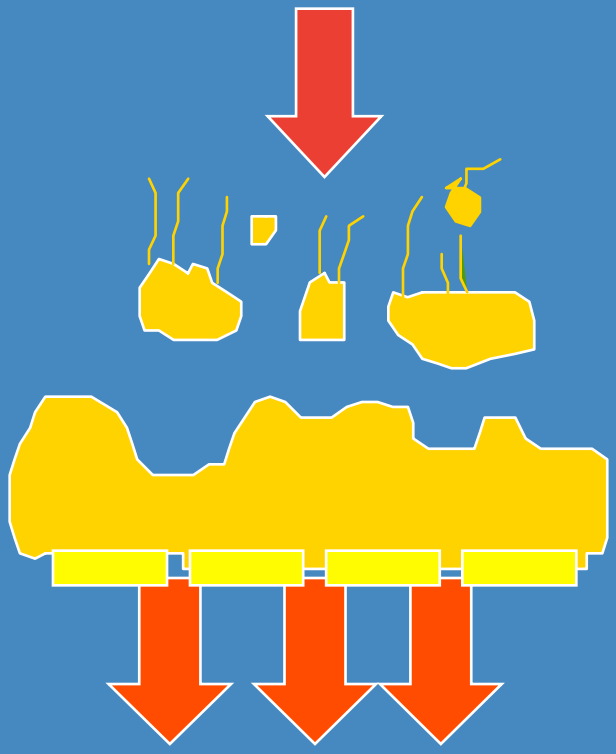


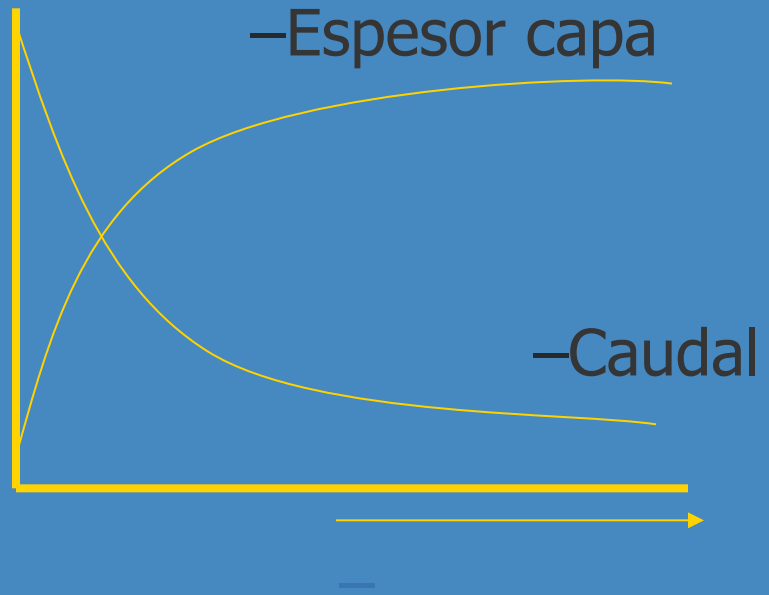
Flujo Tangencial



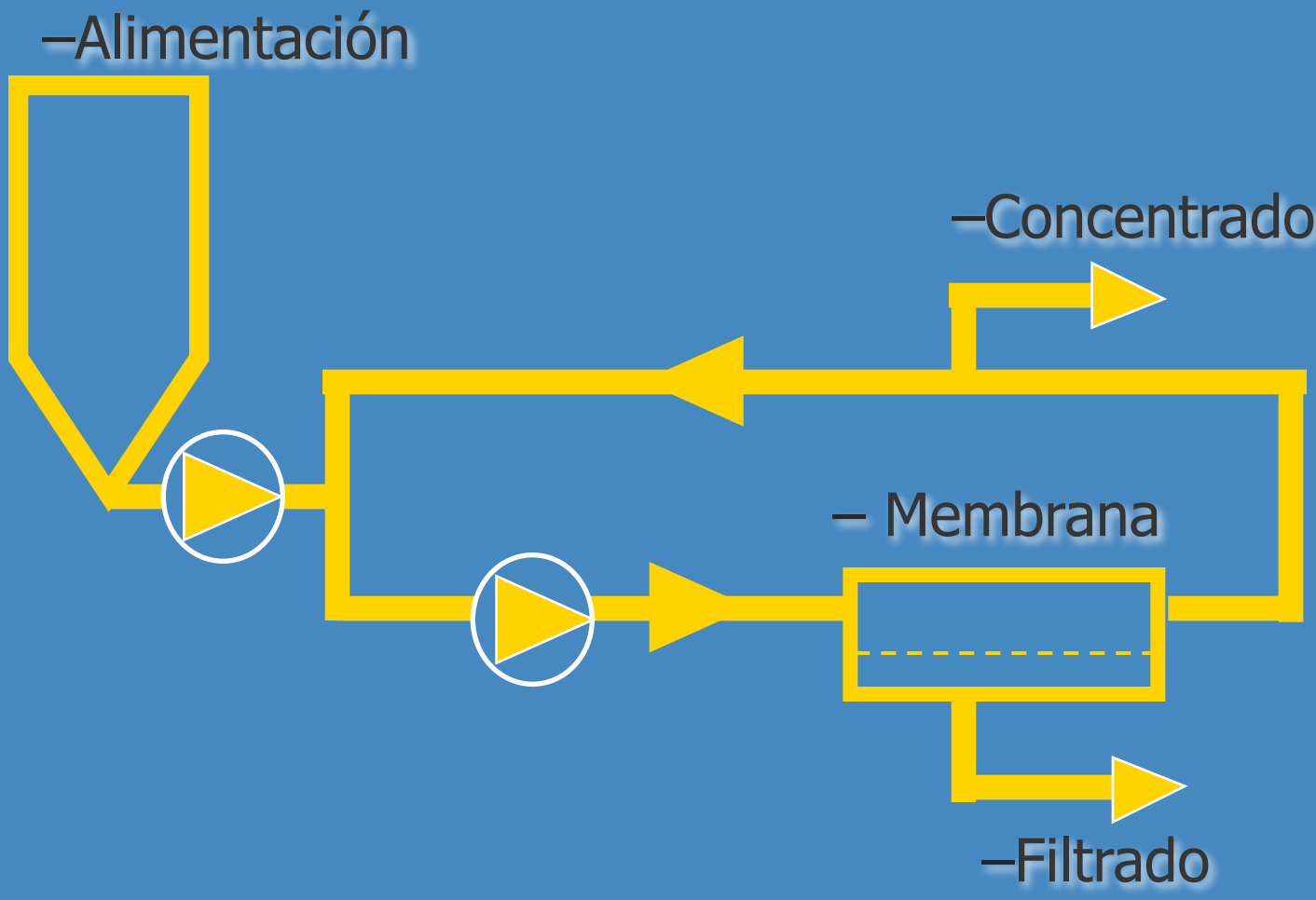


Filtración total

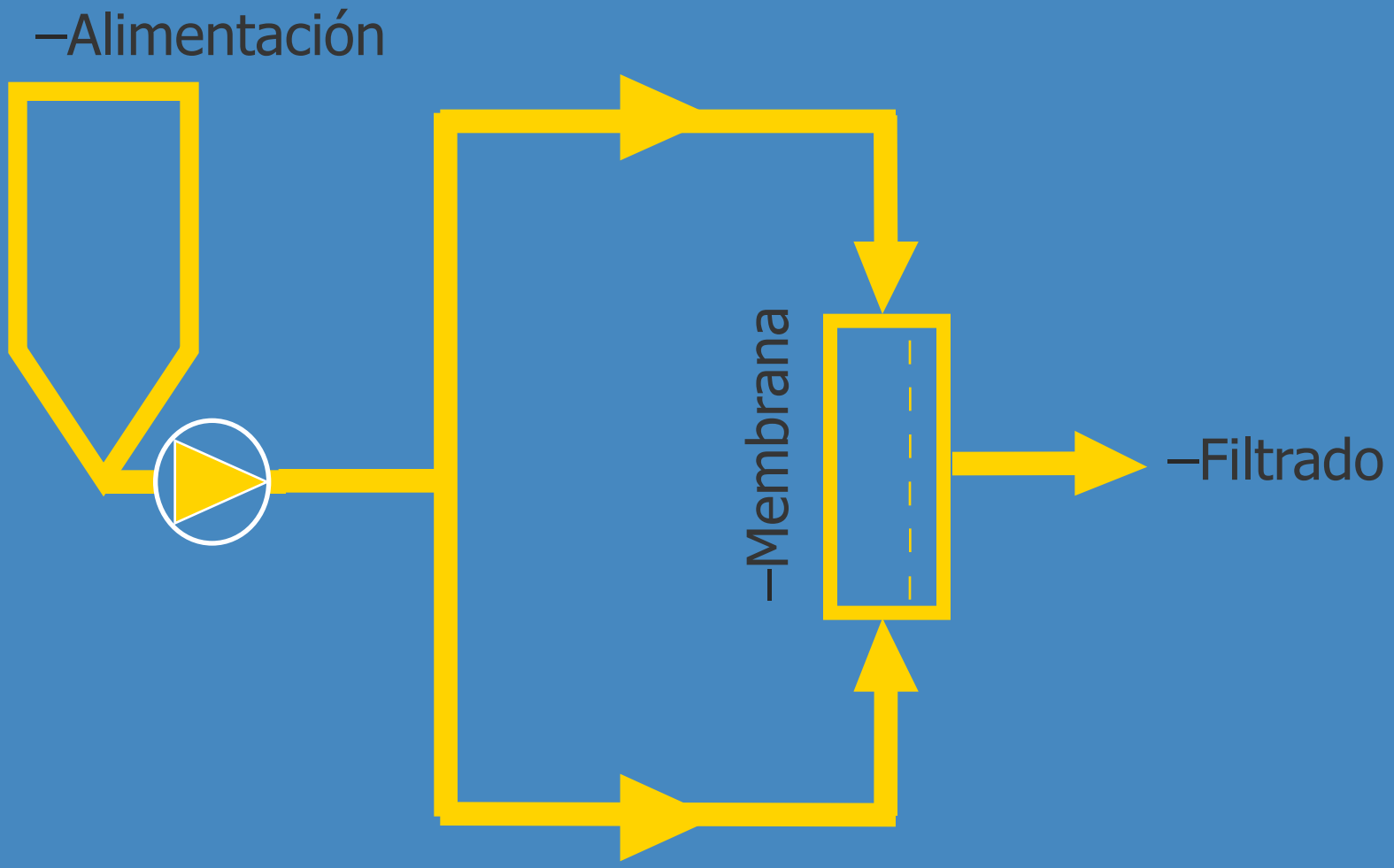


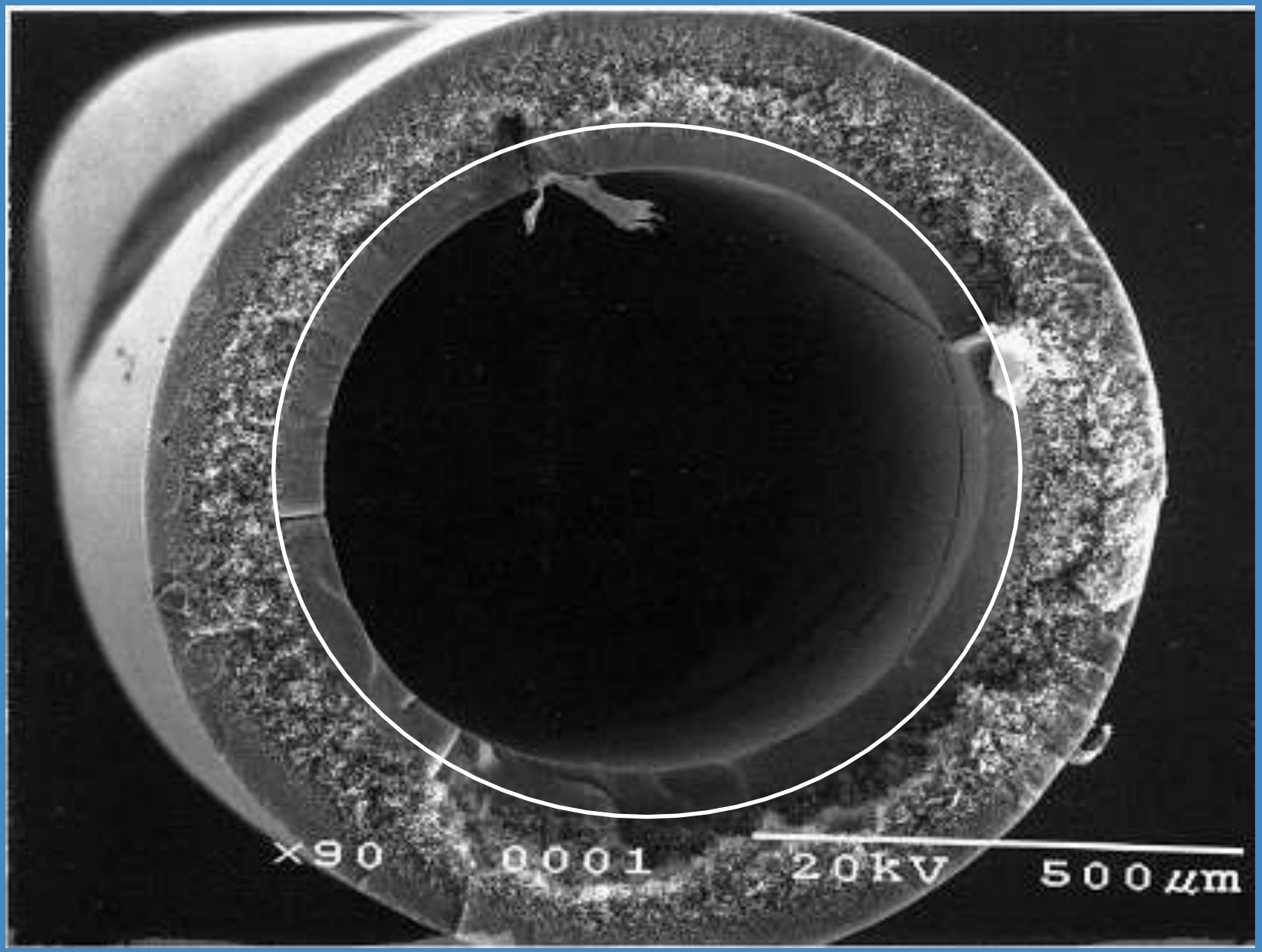


Flujo Tangencial



Filtración total

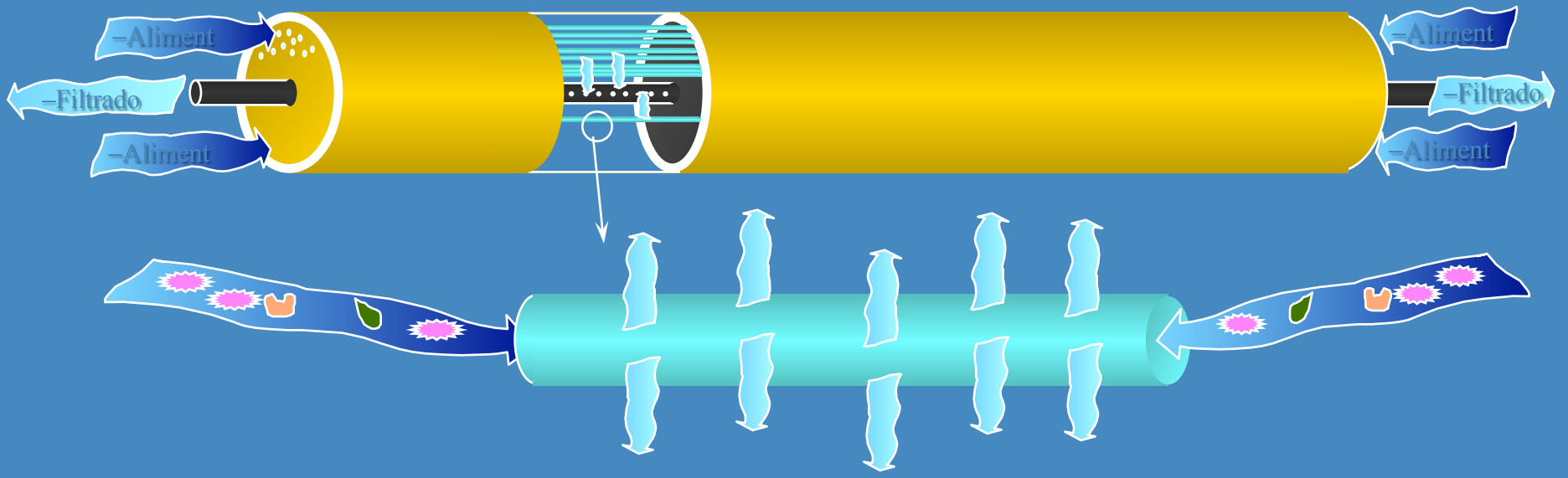



×90 1.0001 20kV 500 μm

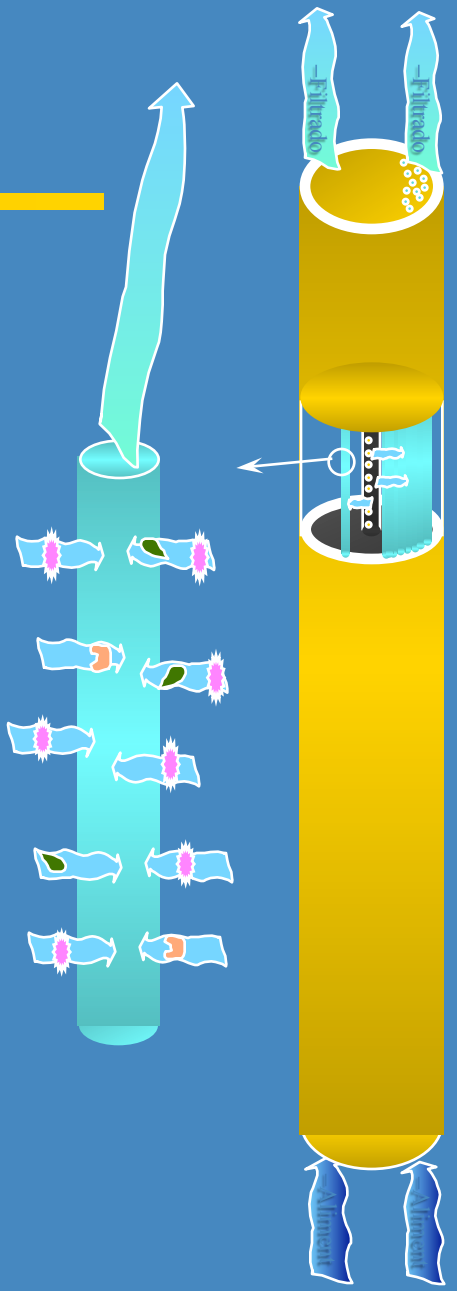
MF / UF DE FIBRA HUECA

- Dentro –Fuera : Norit - Hydranautics
- Fuera-Dentro : Memcor-Dow-Toray

–Ultrafiltración con Fibra Hueca
–(dentro-fuera)



Ultrafiltración con Fibra Hueca (fuera-dentro)



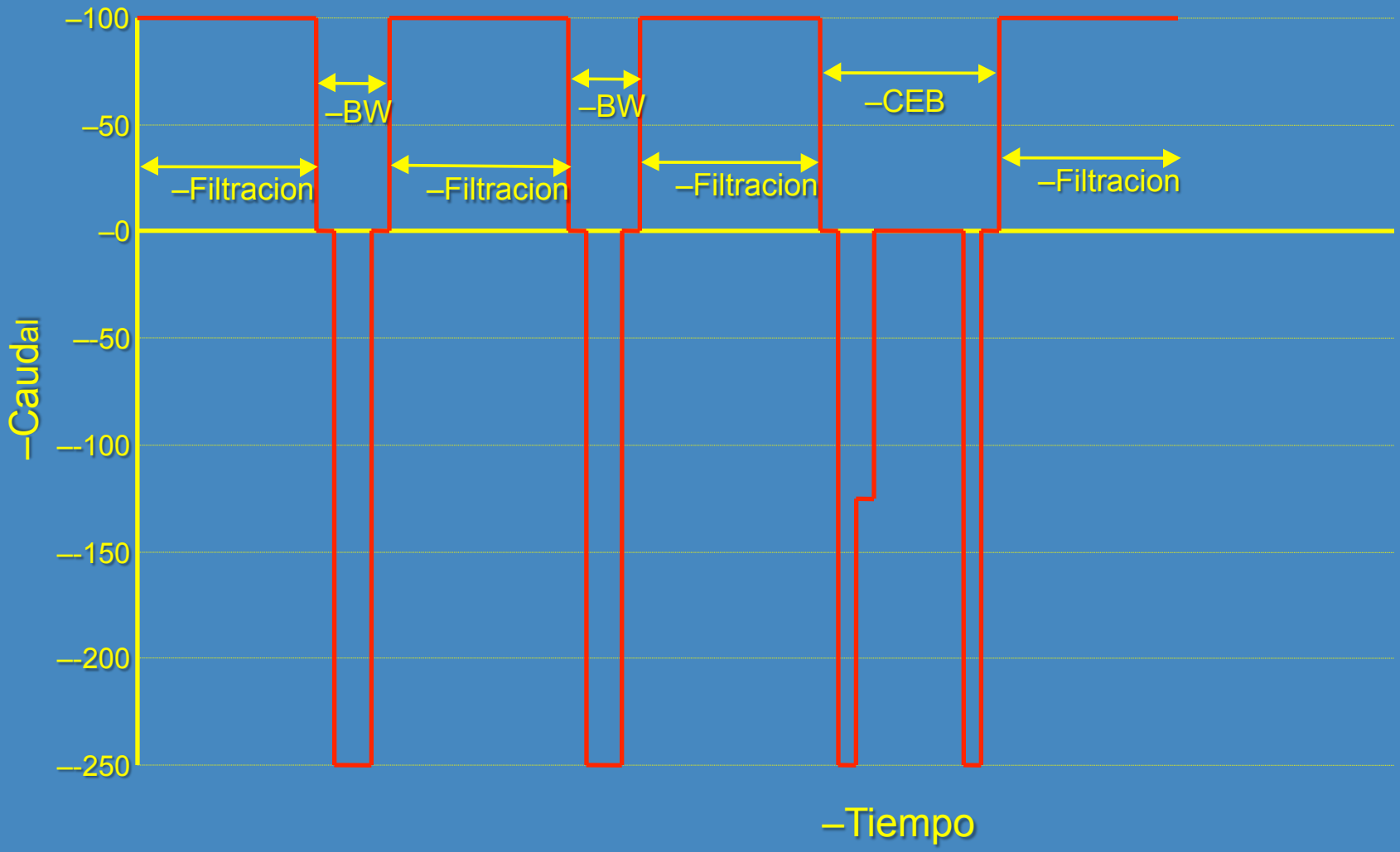
Modos de Operación

- Cinco modos de operación :
  - Filtración
  - Contra lavado (BW)
  - Lavado químico (CEB)
  - Lavado enérgico (CIP)
  - Test de integridad

Modos de operación

Proceso	Objetivo	Duración	Frecuencia
Filtrado	Producción	15 – 60 min	Continuo
Contralavado (BW)	Eliminar suciedad	30 – 60 sec	Cada 15 – 60 min
Lavado químico (CEB)	Eliminar suciedad	1 – 15 min	Uno – dos al día.
Lavado enérgico (CIP)	Eliminar suciedad	2 – 4 hr	Cada 1 – 2 meses
Test de integridad (IT)	Verificación de la integridad de la membrana	20 min	Cada 1 – 7 días

Operación


–100
–50
–0
–50
–100
–150
–200
–250
–Caudal
–BW
–BW
–CEB
–Filtracion
–Filtracion
–Filtracion
–Filtracion
–Tiempo

Test de integridad -PDT

"Pressure decay test"

Consiste en inyectar aire y esperar a ver si la presión se mantiene o baja.

Si baja indica que hay fibras rotas.

Test de Integridad

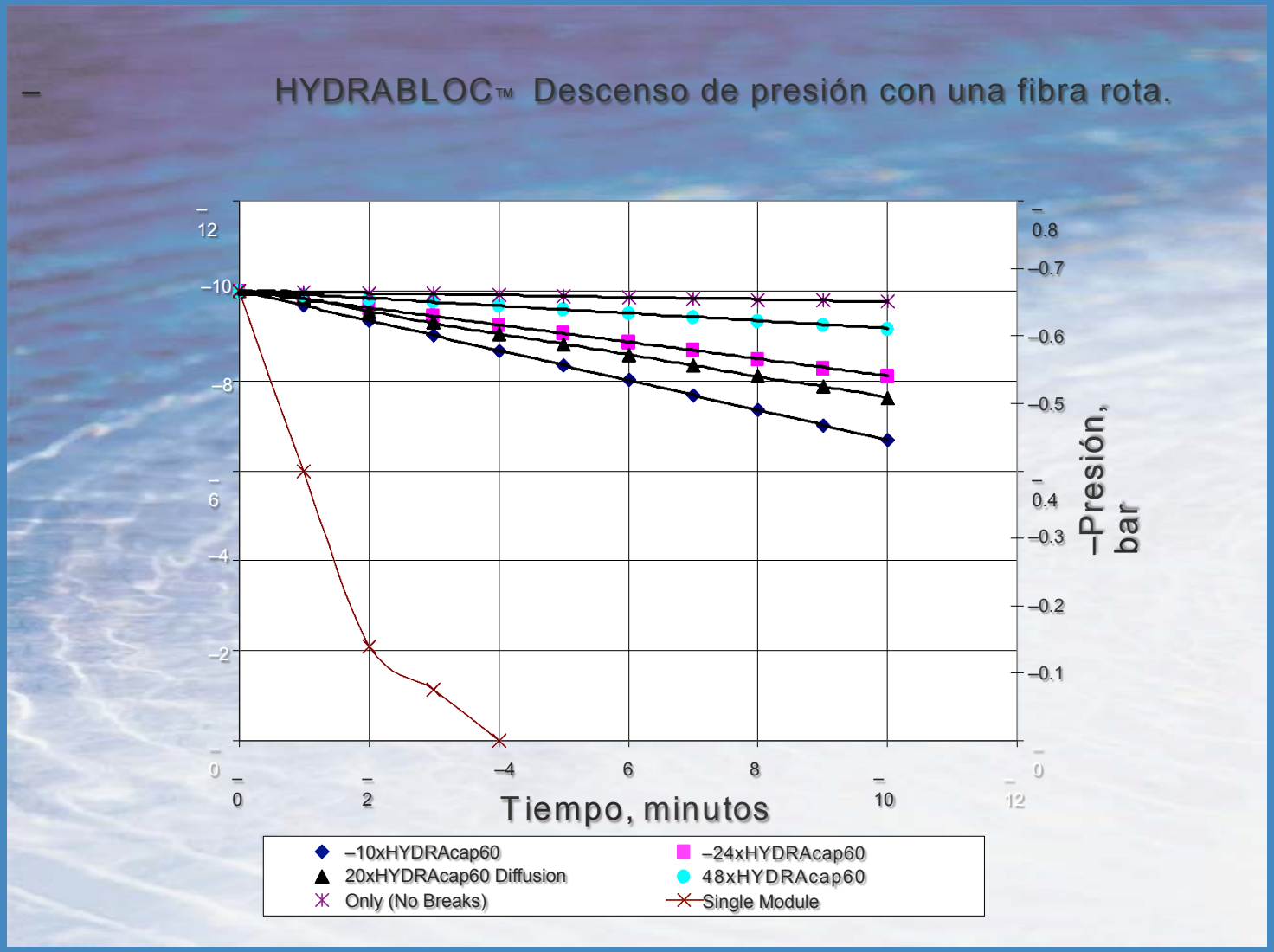
Pressure decay rate (PDR)

PDR = (Pi-Pf)/t

Pi – Presión inicial
Pf – Presión final
t – Intervalo de tiempo

PDR = PDR (medido) – PDR (difusión)

Test de Integridad



Sellado con alfileres de una fibra rota

Flujos de diseño

Aplicación	Flujo , l/m2-hr (gfd)	Recobro, %
Agua Potable	60 – 130 (35 – 75)	90 – 97
Terciario	34 – 85 (20 – 50)	85 – 92
Agua de mar	42 – 70 (25 – 40)	85 – 92

MF / UF

–Los equipos de MF/UF incorporan el sistema de limpieza y dosificaciones químicas, ya que requieren de limpiezas automáticas muy frecuentes, ya sea con agua y/o aire o con productos químicos.

–El hecho de trabajar, en general, de modo discontinuo debido a las frecuentes limpiezas, implica la necesidad de tener un depósito intermedio o una torre de regulación entre estos sistemas y los de membranas posteriores.

–INCONVENIENTES EN EL USO DE MEMBRANAS DE MF/UF COMO PRETRATAMIENTO

–- Las membranas de ultrafiltración actuales no son intercambiables, ya que cada fabricante las instala en módulos de diferente configuración y trabajan en condiciones distintas (de presión, caudal, etc.).

–- Muchos fabricantes no venden la membrana aislada, sino que suministran el sistema completo y en algunos casos, la ingeniería completa y todos los sistemas auxiliares.

–- El coste de las mismas es muy elevado y llega a superar incluso al de los sistemas de ósmosis inversa.

–- Se incrementa la complejidad de la operación, incluyendo nuevos sistemas de dosificación química, reposición de membranas, etc.

–- En muchas ocasiones se traslada el problema de ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa a las membranas de MF/UF

MF / UF Características

-Estos sistemas trabajan a bajas presiones (normalmente menos de 2-3 bar) y por tanto tienen un consumo energético bajo (que puede estar en el entorno de 0,2-0,3 kWh/m^3)

-Todos trabajan con limpiezas químicas muy frecuentes

-Muchos de estos sistemas utilizan lavado con aire.

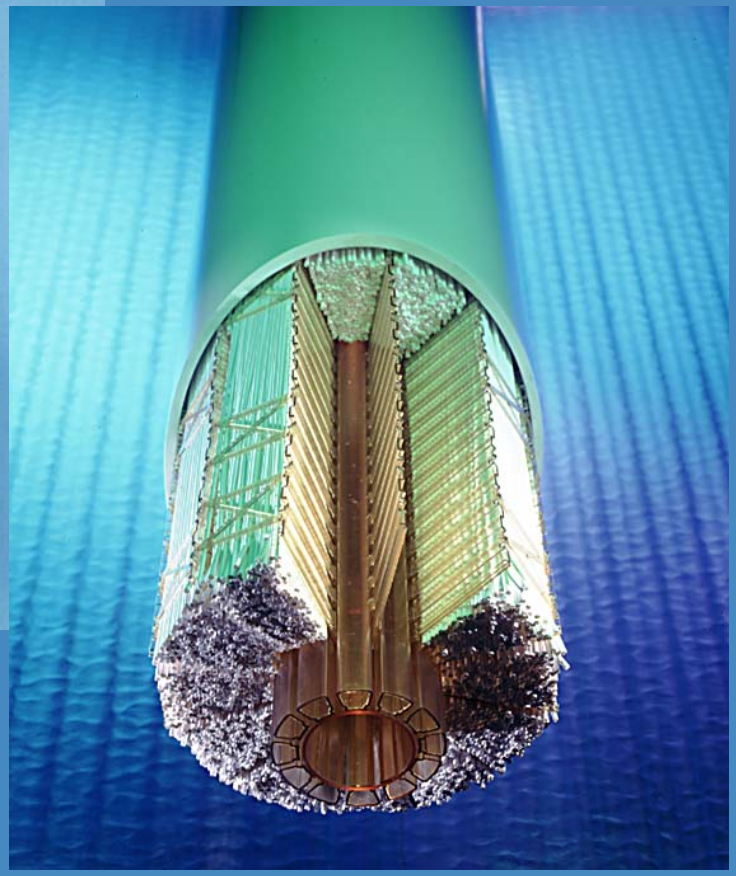
-La calidad del filtrado no es tan buena como se podría pensar.

-En general producen un agua con una calidad inferior a la de los filtros de arena.

Calidad del agua filtrada

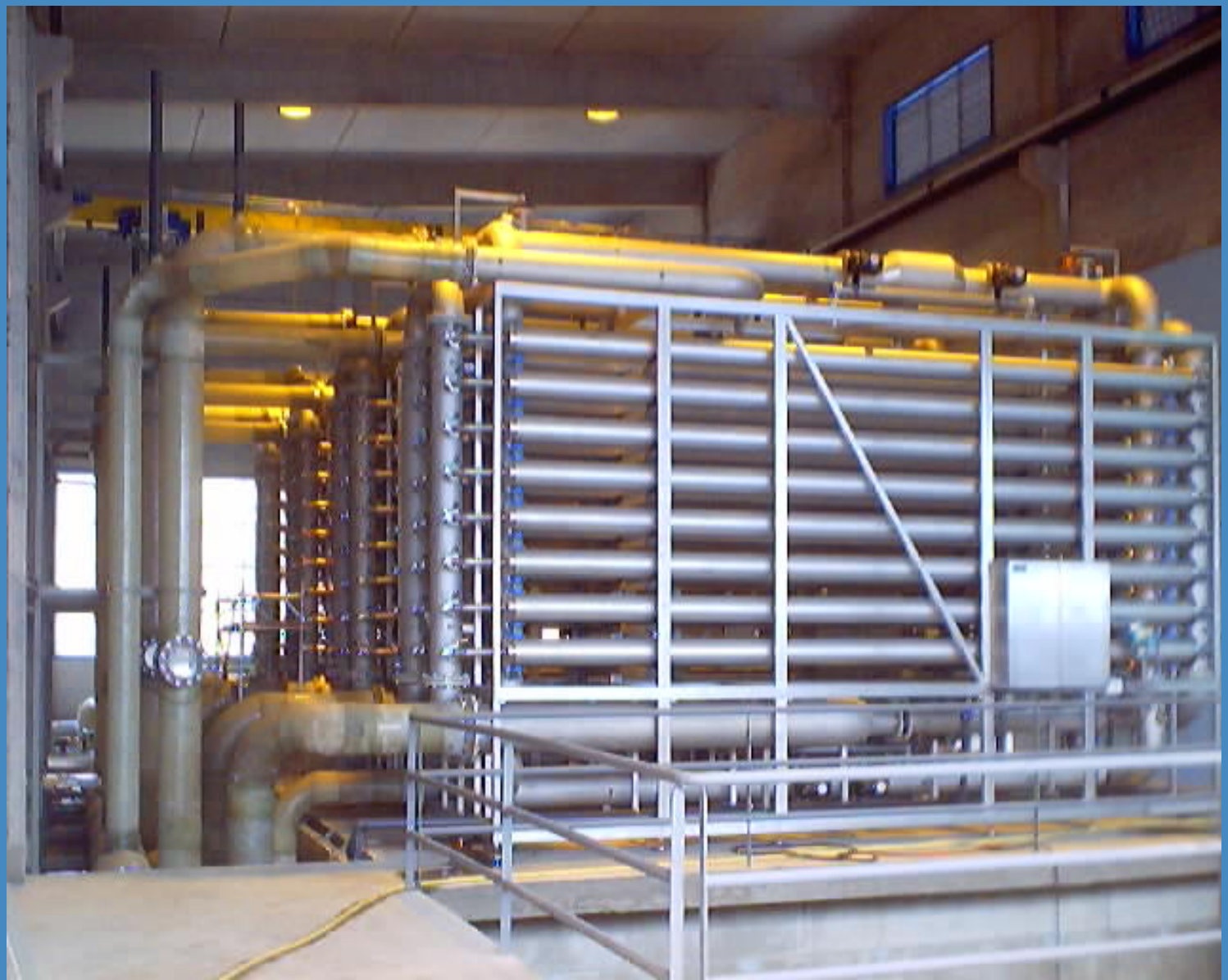
- Los fabricantes garantizan normalmente un $SDI_{15} = 3$
- Muchas Plantas están soportando cambios muy frecuentes de filtros de cartucho de hasta uno por mes. (Debería ser de uno cada 6 meses)
- Teóricamente el SDI_{15} debería ser menor de 0,5

Modulo de Ultrafiltración

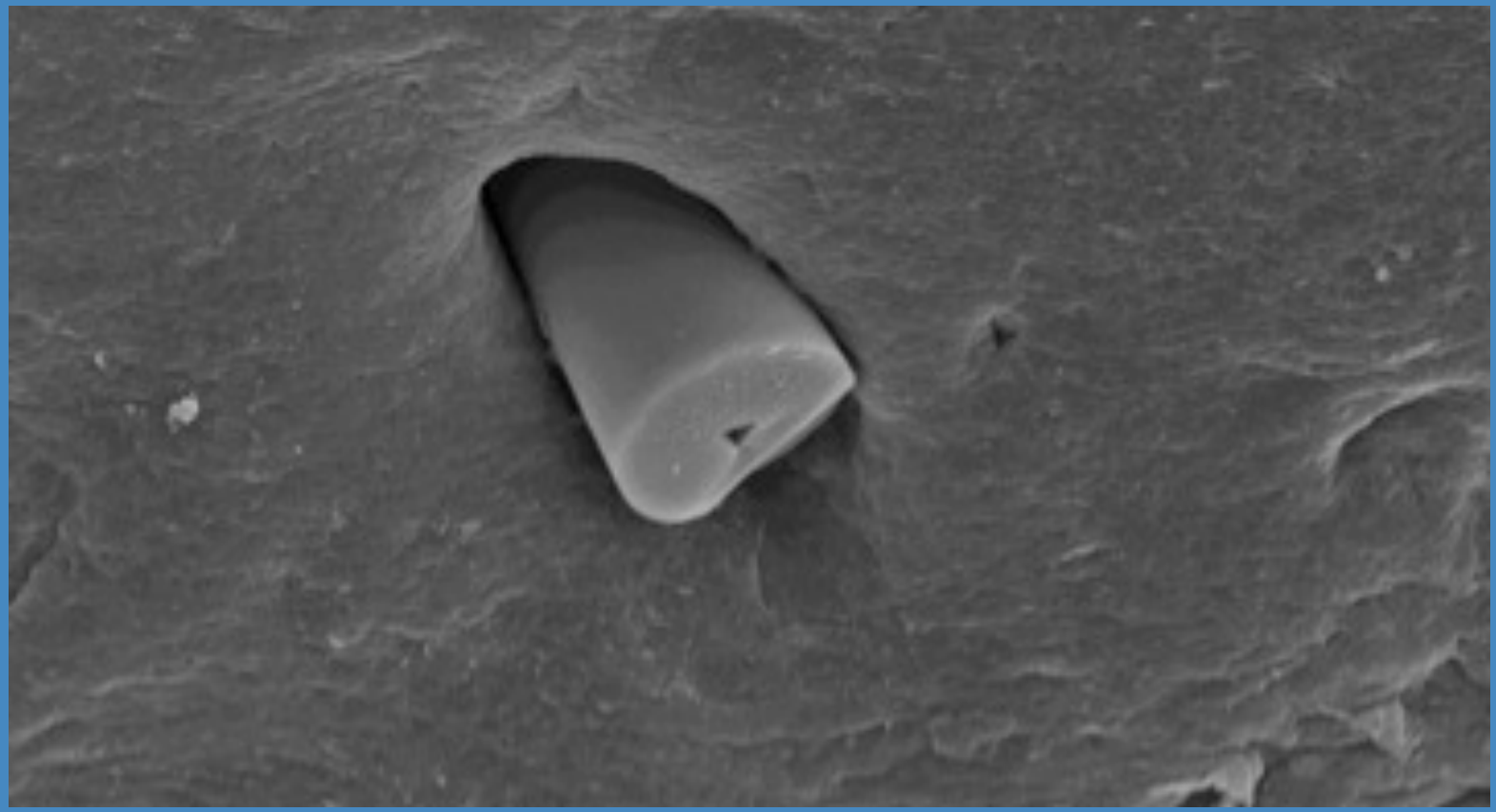


MEMBRANA TIPO OSMOSIS INVERSA

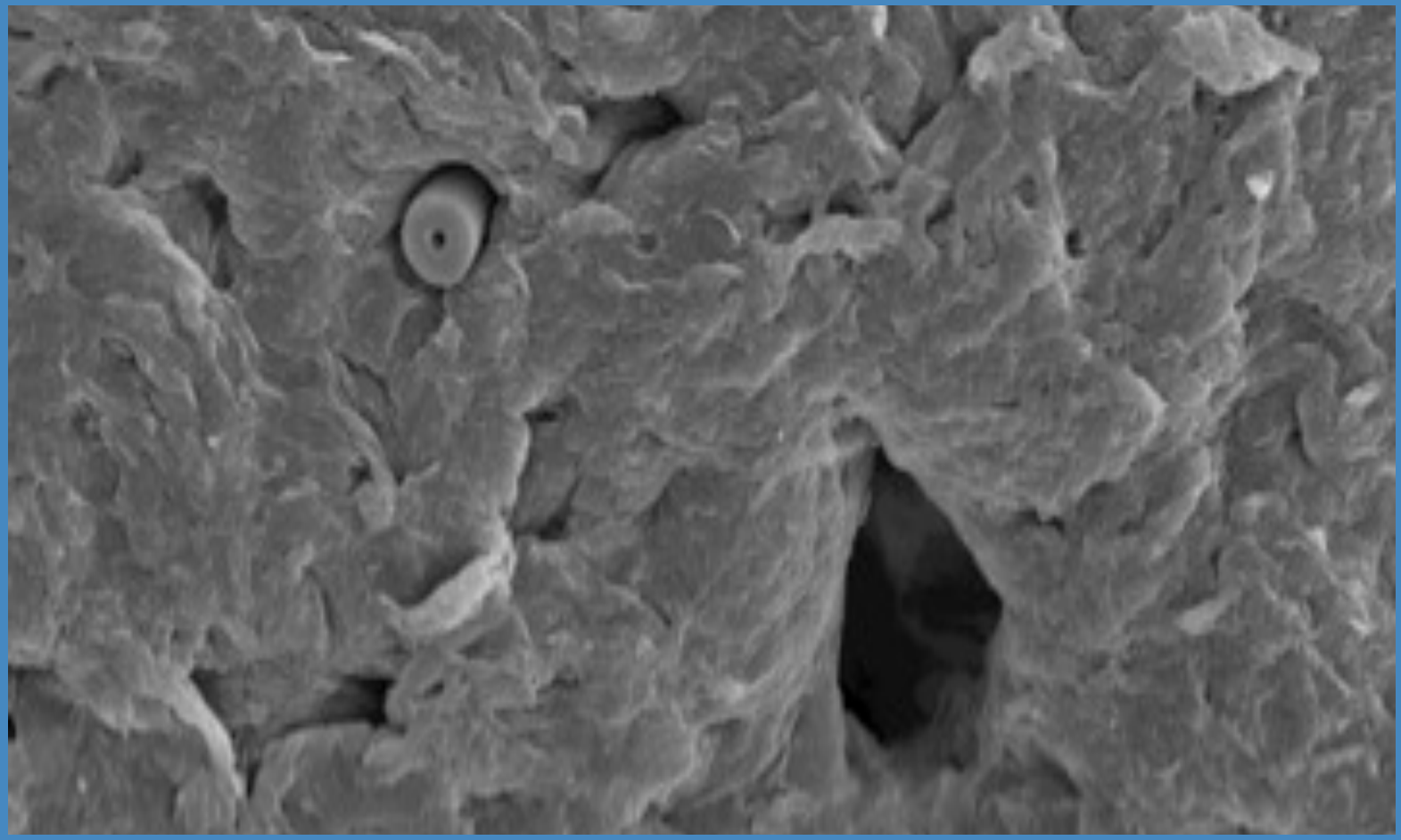
BASTIDOR DE TUBOS TIPO O.I.



Efecto de espículas en las fibras (3 a 10 µ)
Solo ocurre en membranas fuera-dentro



Efecto de espículas en las fibras (3 a 10µ)



“Potting” en membranas de UF

“Potting” en membranas de UF

FILTRACIÓN DE SEGURIDAD

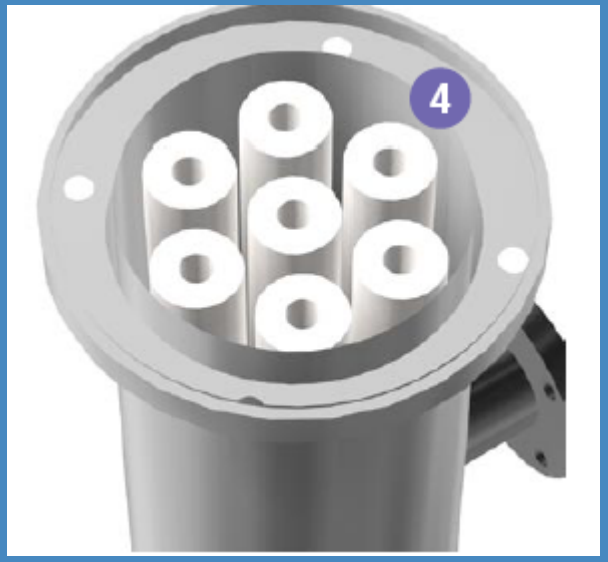
Se utilizan como pre tratamiento previo a los sistemas de membrana, conociéndose normalmente como filtros de cartucho, impidiendo que las partículas más finas (superiores a 5-10 micras) lleguen a las membranas.

Funcionamiento: el sistema más utilizado es mediante cartuchos desechables.

FILTROS DE CARTUCHOS

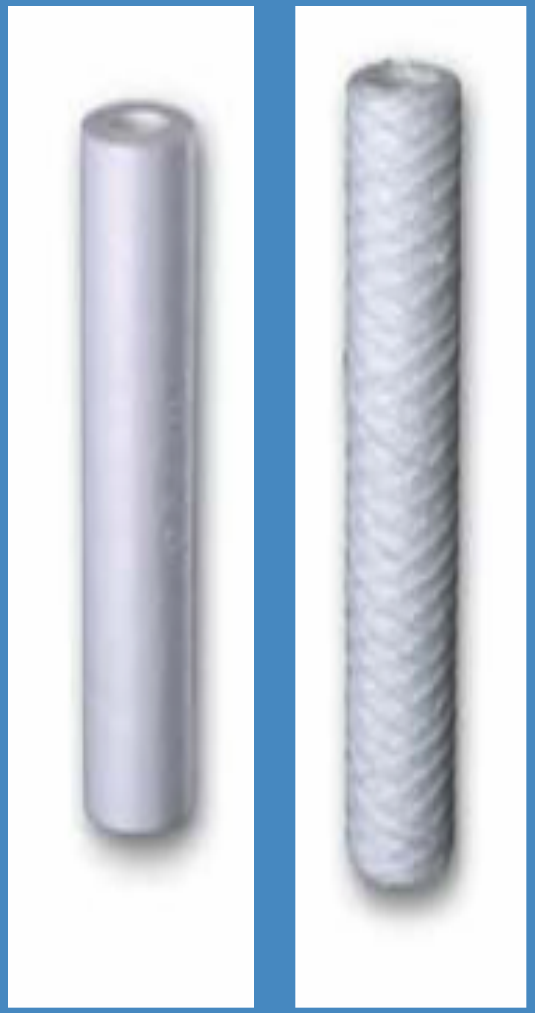
–FILTROS DE SEGURIDAD

Los cartuchos, que suelen ser de polipropileno bobinado, extrusionado o plegado, tienen un alma o cuerpo central tubular sobre el que se enrolla (en el caso del bobinado) el material filtrante, de modo que las partículas quedan retenidas en su superficie y el agua pasa a través del medio filtrante hacia el tubo central.



Caracteristicas

- **Grado de filtración** : de 1 µm a 50 µm.
  - **Nominal:** Elimina al menos el 90% de las partículas
  - **Absoluto:** Elimina al menos el 99% de las partículas
  - Se usan nominales
  - Un 5µm nominal equivale a un absoluto de 20-30 µm



FILTROS DE CARTUCHOS

- Son filtros de seguridad.
- Su función no es remover suciedad.
- El SDI no puede disminuir después de pasar a través de ellos.
- Si eso ocurre, significa que el pre tratamiento no es bueno.
- Su función es evitar que materia grande (Arena, antracita, granos plásticos o metálicos, etc) puedan llegar a la BAP y las membranas.

FILTROS DE CARTUCHOS

-Diseño

- Son necesarios siempre, sobre todo cuando el pre tratamiento es a base de MF/UF
- Los cartuchos se fabrican en longitudes múltiplos de 0,25 m.
- Los mas comunes son los de 1 m. y 1,5 m.
- Un buen flujo de diseño es 0,5 m^3/h por sección de 0.25 m. (2m^3/h por cartucho de 1 m.)

FILTROS DE CARTUCHOS

Operación

- Los Cartuchos se ensucian de fuera a dentro generándose un anillo marrón que va creciendo.
- Cuando la sección marrón está próxima a alcanzar el interior, es tiempo de cambiarlos.
- Es necesario asociar esa situación a la presión diferencial, para saber cuando comenzar el cambio.

FILTROS DE CARTUCHOS

- Operación - Cambio
  - Si no se cambian a tiempo, paran de filtrar y comienza a pasar suciedad hacia delante.
  - Pero peor que eso, si se sobrepasa cierto valor de presión diferencial, ocurre un fenómeno llamado “flash release”
  - Todo el material acumulado dentro de los cartuchos, se expulsa de repente, acabando en las membranas.
  - Todo el trabajo realizado durante meses se arruina en pocos segundos.

Filtros de cartucho

- Operación
  - En Plantas con filtros granulares (Arena y antracita), si un difusor se rompe, grandes cantidades del medio llegan a los cartuchos
  - La presión diferencial aumenta súbitamente, debido a la acumulación del medio dentro del filtro.
  - Después de algún tiempo, la presión diferencial disminuye.
  - ¿Qué ha ocurrido?.

FILTROS DE CARTUCHOS

- Operación
  - La alta presión diferencial y la acumulación de medio curvan algunos cartuchos, originando su desconexión de los soportes.
  - Una vez que uno o varios cartuchos se desconectan, el medio comienza a pasar, reduciendo la presión diferencial.
  - Es un problema frecuente, que ha dañado muchas BAP y membranas de OI.
  - Acciones para evitarlo: Software de detección; filtros de cesta o segunda etapa de filtros de cartucho.

PRE TRATAMIENTO QUÍMICO

–Objetivos del pre tratamiento químico

–Los pre tratamientos químicos tienen como fundamento el eliminar los riesgos químicos y biológicos a los sistemas de desalación, como son:

–-ensuciamientos químicos y/o biológicos

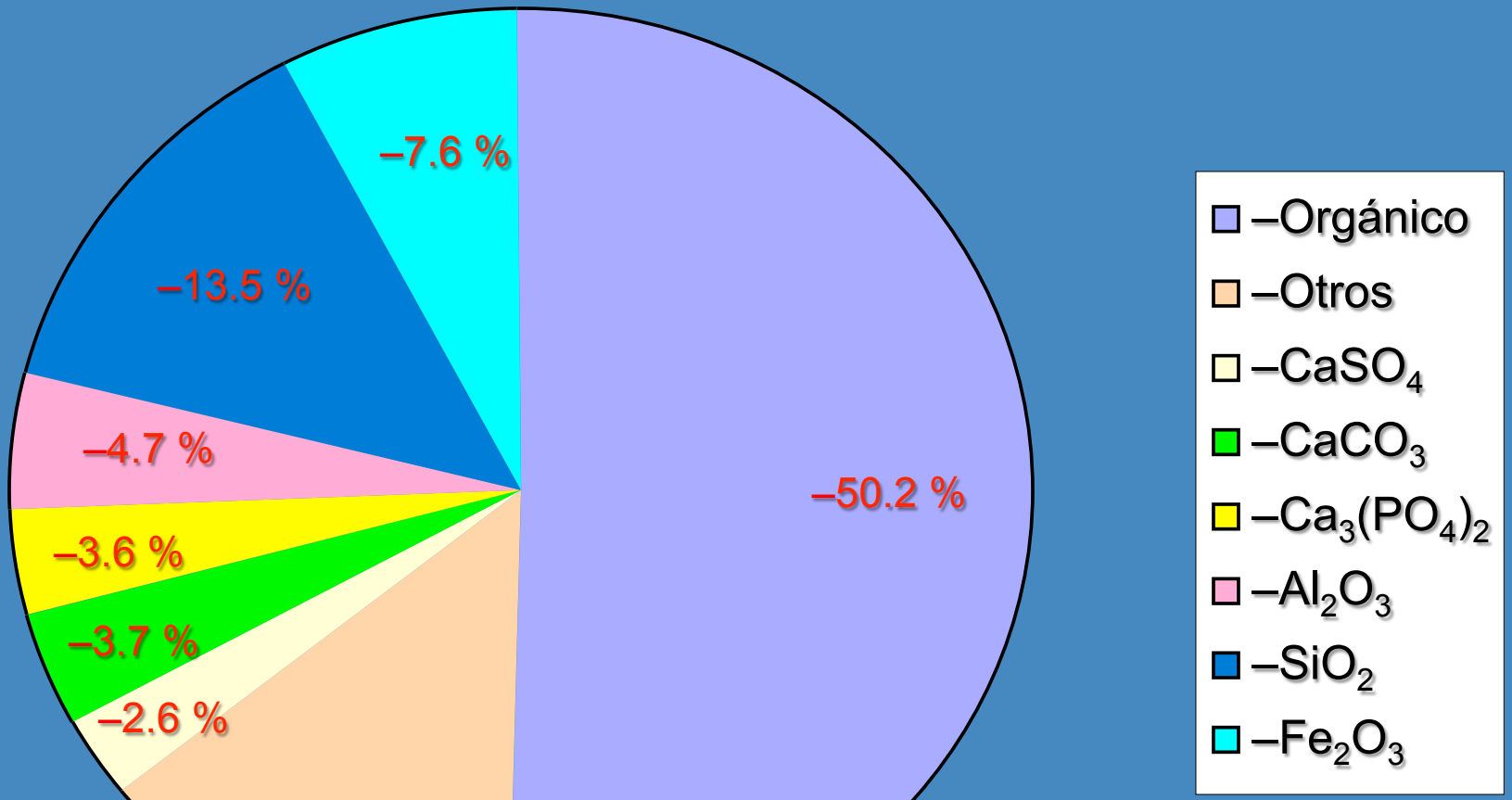
–-ataque a la estructura química de las membranas

–-proliferación de microorganismos

–-precipitaciones

–-corrosiones

– DISTRIBUCIÓN MEDIA del ENSUCIAMIENTO en MEMBRANAS



Tratamientos químicos

- Coagulación-floculación.

- Desinfección.

- Regulación pH

- Reducción.

-Anti incrustación

Productos químicos mas utilizados

- Ácido (H_2SO_4) (HCl)
- Base (OHNa)
- Coagulante ($FeCl_3$)
- Floculante
- Oxidante (ClONa)
- Anti incrustantes (Fosfonatos-Acrilatos)
- Reductor (BSS)

–TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

–Objetivo: reducción de MO y SS

–Reactivos:

–COAGULANTES: - Sales de Fe y Al

–(Solo en caso de gran cantidad de coloides)

–FLOCULANTES: Poli electrolito ¡¡¡No usar¡¡¡

— ¡¡¡Ensayos de jarras (Jar test) no se deben realizar¡¡¡

–TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

–Instalaciones

Coagulación: cámara de mezcla rápida

– (1-2 min) - Agitación rápida
Dosificación de coagulante

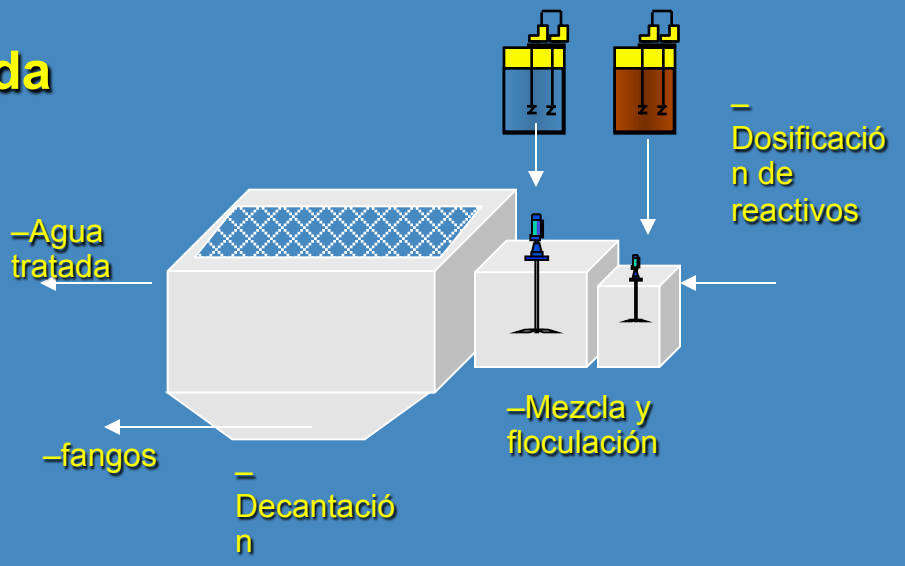
–Floculación: cámara de mezcla

–lenta (15 min)

–Dosificación de polielectrolito

–(¡¡NO UTILIZAR¡¡)

–Decantación: convencional / lamelar



–Otra posibilidad:

–coagulación en línea sobre filtros

–(La mas usada)

Efectos de sobre dosificación

- Hasta el año 2005 ------- 20 p.p.m. Cl3Fe
  - Limpiezas ---------- 5 por año
- Despues año 2005 ------ 0,5 p.p.m. Cl3Fe
  - Limpiezas ---------- 1 por año

–CORRECCIÓN DE pH

–Disminución del pH: Prevención de la precipitación de bicarbonatos

–Elevación del pH: Aumentar la remoción de Boro

Efecto del pH sobre el boro

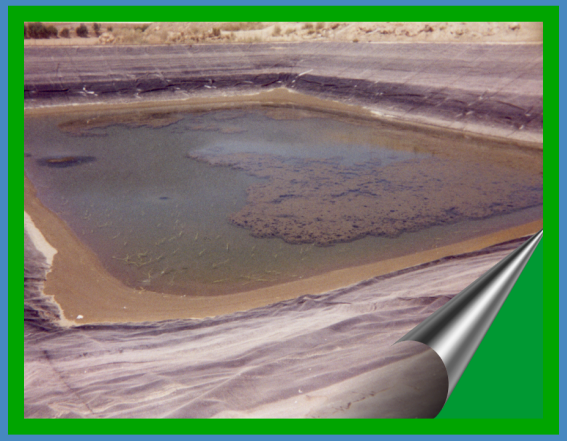
pH hasta el año 2.005: 7

Nivel de Boro en el producto: 1,5 - 2 ppm

pH después del año 2.005: 8,2

Nivel de Boro en el producto: 1,1 - 1,2 ppm

–LIMITANTES DE LA CONVERSIÓN Y COMPONENTES DEL AGUA BRUTA QUE CAUSAN ENSUCIAMIENTO DE LAS MEMBRANAS



–Limitantes de la conversión:

–Precipitación de sales minerales insolubles

–SULFATOS ($CaSO_4$, $BaSO_4$, $SrSO_4$)

–CARBONATOS ($CaCO_3$)

–SILICE (SiO_2); coloidal / reactiva o iónica; forma

– compuestos del tipo silicoaluminatos con Al y Fe

–FLUOR (CaF_2)

–Otros componentes que ensucian las membranas

–- Fe, Al y Mn forman óxidos e hidróxidos que precipitan

-Partículas y coloides

-Materia orgánica y microorganismos

-Otros (S coloidal, aceites y grasas, etc.)

–INHIBICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN. USO DE ANTIINCRUSTANTES

–OPCIONES PARA EVITAR PRECIPITACIONES:

- Reducción de la conversión de trabajo (factor de concentración / producto de solubilidad)

- Pretratamiento con resinas intercambio iónico (ablandamiento; eliminación de Ca y Mg) No se usa en agua de mar

-Dosificación de ácido (Para eliminar $CaCO_3$)

-Dosificación de antiincrustantes

–MECANISMOS DE INHIBICIÓN DE LA PRECIPITACIÓN

-Distorsión de la cristalización

-Mecanismo de inhibición “efecto umbral” (threshold)

-Dispersión de cristales

-Secuestrantes / quelantes

Deposito de Carbonato Cálcico

ANTI INCRUSTANTES

Objetivo: Detienen el proceso de precipitación al inhibir el crecimiento de cristales.

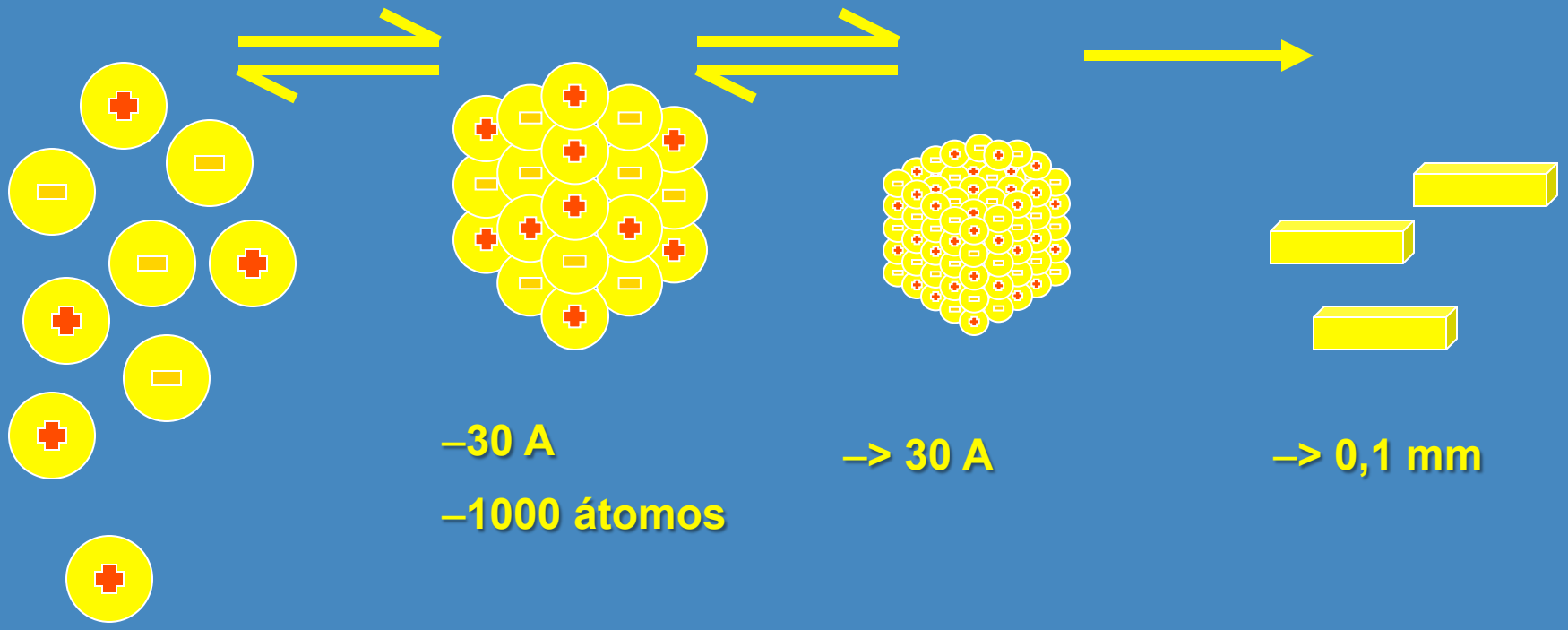
Los anti incrustantes son absorbidos en el plano de formación de los cristales de sal, impidiendo el crecimiento de los mismos y evitando la atracción de más iones desde la solución sobresaturada hacia la superficie del cristal. De esta forma, los cristales no alcanzan el tamaño suficiente como para acabar precipitando.

–ETAPAS DE CRISTALIZACIÓN

–Agrupamiento
("clustering")

–Ordenamiento

–Crecimiento



–30 A

–1000 átomos

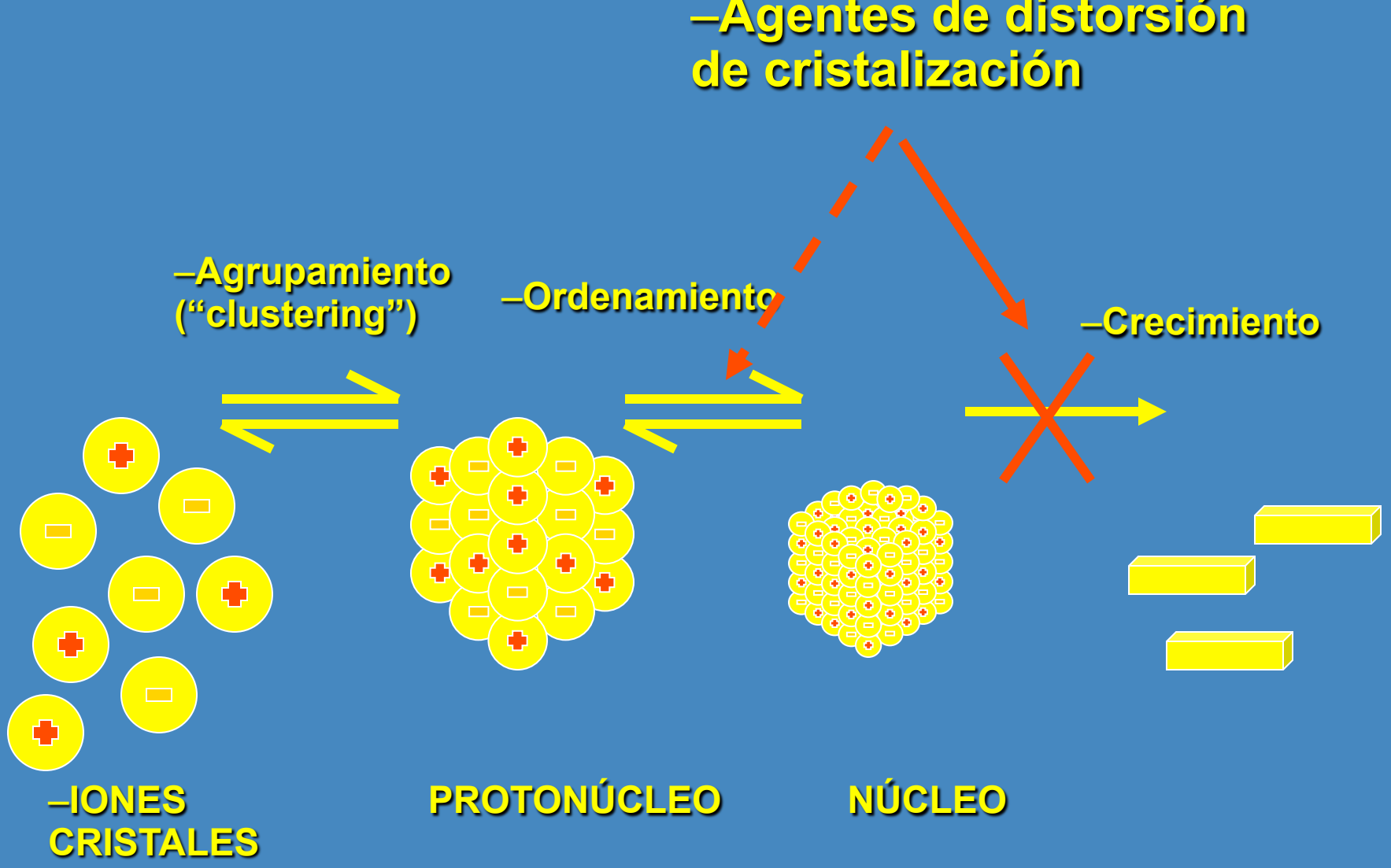
–> 30 A

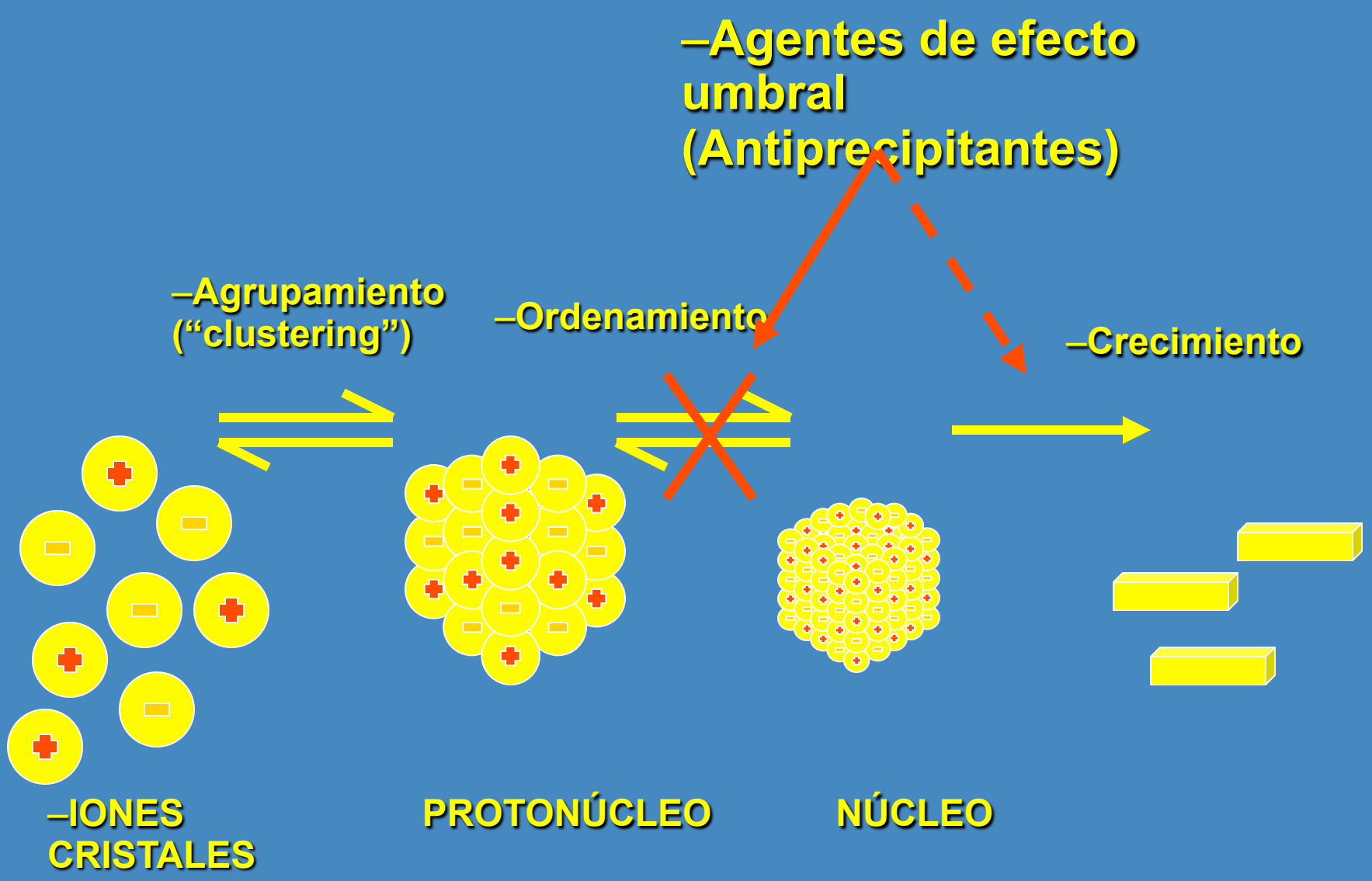
–> 0,1 mm

–IONES
CRISTALES

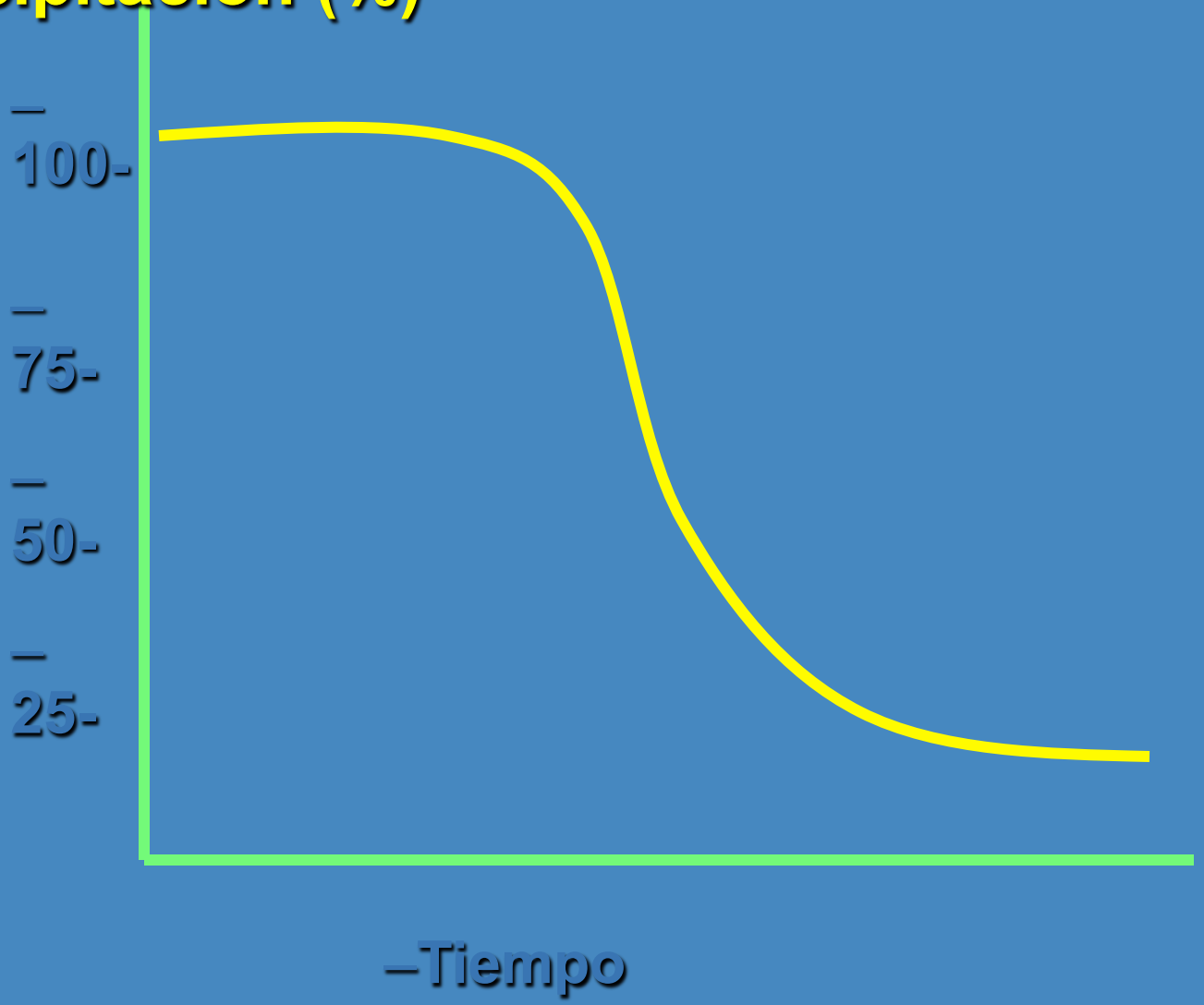
PROTONÚCLEO

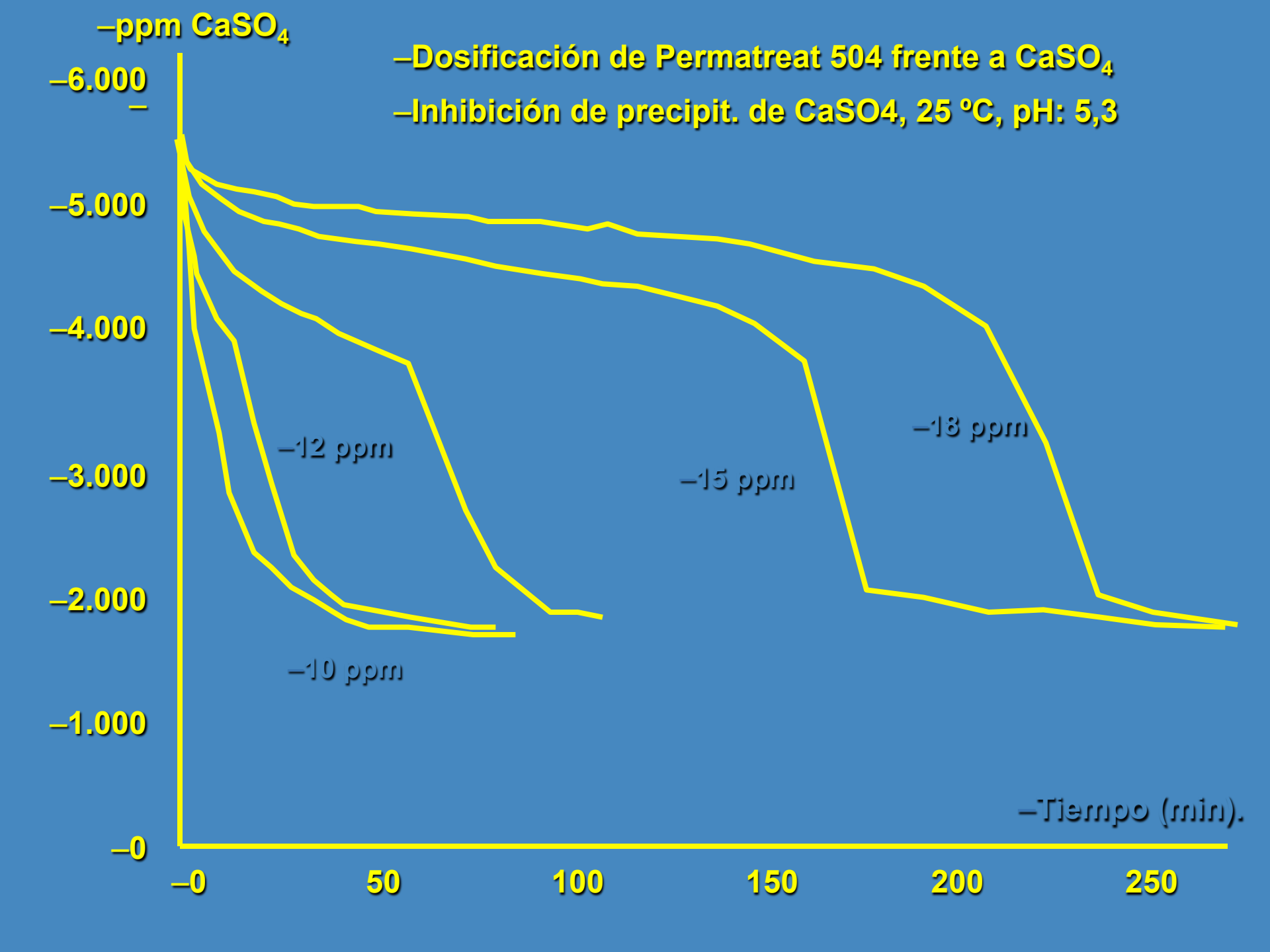
NÚCLEO


–Agentes de distorsión de cristalización
–Agrupamiento ("clustering")
–Ordenamiento
–Crecimiento
–IONES CRISTALES
PROTONÚCLEO
NÚCLEO


–Agentes de efecto umbral (Antiprecipitantes)
–Agrupamiento ("clustering")
–Ordenamiento
–Crecimiento
–IONES CRISTALES
PROTONÚCLEO
NÚCLEO

–Inhibición de la precipitación (%)




–ppm $CaSO_4$
–Dosificación de Permatreat 504 frente a $CaSO_4$
–Inhibición de precipit. de CaSO4, 25 ºC, pH: 5,3
–6.000
–5.000
–4.000
–3.000
–2.000
–1.000
–0
–12 ppm
–15 ppm
–18 ppm
–10 ppm
–Tiempo (min).
–0
50
100
150
200
250

–TIPOS DE ANTIINCRUSTANTES

–HEXAMETAFOSFATO SÓDICO (polifosfato inorgánico)

–POLÍMEROS ORGÁNICOS (poliacrilatos, polimaleatos, etc.)

–(¡¡ No es recomendable su uso¡¡)

–PRODUCTOS BASADOS EN POLIFOSFONATOS

–(¡¡ Son los recomendados¡¡)

COMPARATIVA ANTI INCRUSTANTES

HISTORIAL DE ANTIINCRUSTANTES UTILIZADOS EL LAS PLANTAS DESALADORAS LAS PALMAS III EN SUSTITUCIÓN DEL ÁCIDO SULFÚRICO

PLANTA	FECHA INICIO	FECHA FINAL	NOMBRE	PRECIO Kg	DOSIS ppm	OBSERVACIONES
7 BASTIDORES	ago-06	nov-06	GENESYS-LS	2,42 €	1,2	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,3 bar en 1ª etapa y 0,06 bar en 2ª etapa.**Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
7 BASTIDORES	nov-06	mar-07	MBRO-800	2,46 €	0,8	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,014 bar en 1ª etapa y 0,04 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
7 BASTIDORES	mar-07	jun-07	PERMEATREAT-1020	2,30 €	1,16	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,186 bar en 1ª etapa y - 0,015 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
7 BASTIDORES	jun-07	oct-07	OSMOTECH-1441	2,85 €	1-1,15	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,42 bar en 1ª etapa y 0,015 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
7 BASTIDORES	oct-07	feb-08	CHEMIPOL WT/705	2,40 €	1,2	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,186 bar en 1ª etapa y 0,015 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
7 BASTIDORES	feb-08		ADIC RO -20	3,05 €	0,6-1	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,47 bar en 1ª etapa y 0,01 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEA 8	ago-06	nov-06	PAR-6001-GE	4,10 €	0,6	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,3 bar en 1ª etapa y 0 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEA 8	nov-06	mar-07	HYPERSPERSE MDC-2200	2,63 €	1,8	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0 bar en 1ª etapa y 0 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEA 8	mar-07	sep-07	FLOCON 190	2,15 €	1,3	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0 bar en 1ª etapa y 0 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEA 8	sep-07	feb-08	VITEC 3000	3,30 €	1	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0 bar en 1ª etapa y 0 bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEA 8	feb-08	may-08	**FLOCON150**	2,30 €	1,3	**El incremento medio de pérdida de carga ha sido de 1,5 bar en 1ª etapa y 0bar en 2ª etapa.Conclusión : Producto no adecuado por su composición (Solución ácida de policarboxílico) se retira y se devuelve a la casa para cambiarlo por Flocon 190 (Solución orgánica fosfonato)**
LINEA 8	may-08	jun-08	ADIC RO -20	3,05 €	0,6-1	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **-1 bar en 1ª etapa y 0bar en 2ª etapa**.Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEA 8	jun-08		FLOCON 190	2,15 €	1,3	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,1 bar en 1ª etapa y 0 bar en 2ª etapa.**Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento
LINEAS 10 Y 11	oct-06		STC RO-710	3,65 €	0,6-1	El incremento medio de pérdida de carga ha sido de **0,35 bar en 1ª etapa y 0,1 bar en 2ª etapa.**Conclusión : durante el periodo de prueba no se observa ensuciamiento

TRATAMIENTO BIOLOGICO

- Oxidantes

  Cloro gas
  Hipoclorito sódico .- El mas usado
  Permanganato potásico
  Cloraminas

- Biocidas

- Rayos U.V. (Practicamente no se usa)

Ensuciamiento Biológico

Película Biológica

–DESINFECCIÓN

–Objetivo: eliminación de microorganismos y adicionalmente oxidación de materia orgánica

–Cloración; en continuo / dosis de choque

–¡¡¡No usar cloración en continuo¡¡¡ Produce fuerte ensuciamiento biológico.

Efectos del sistema de cloración-decloración (CD)

Con CD en continuo hasta el año 2.000:

Limpiezas: 13 por año

Con CD en choques semanales desde el 2.000

Limpiezas: 5 por año

–ELIMINACIÓN DE AGENTES OXIDANTES

–Agentes oxidantes;

– - presentes en el agua de aporte

– - añadidos en el pretratamiento (cloro)

–Efectos: daños a la estructura química de las membranas de poliamida (acetato de celulosa más resistente)

–Eliminación oxidantes;

Carbón activo

– Bisulfito sódico

–DOSIFICACIÓN DE BISULFITO SÓDICO

–Ligeramente biocida

–Dosificación: polvo / disoluciones al 30-33%

–$Cl_2 + NaHSO_3 + H_2O \Longleftrightarrow NaHSO_4 + 2\ HCl$

–Relación estequiométrica: 1,46 g de $NaHSO_3$ / gr Cl_2

–Para desplazar el equilibrio y por seguridad; normalmente se dosifica entre 2-3 veces la r.e.

–Se debe añadir antes de los filtros de cartucho